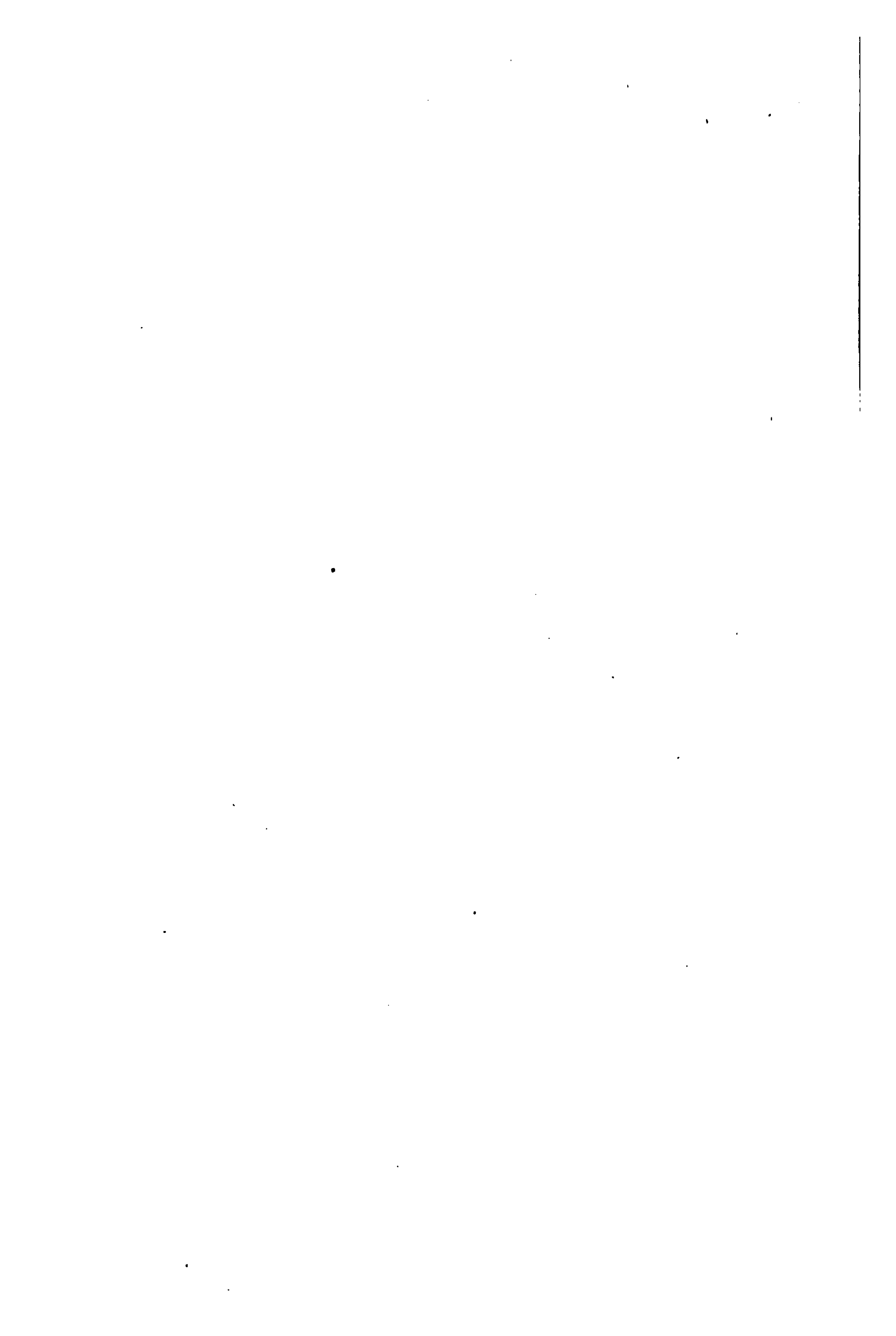
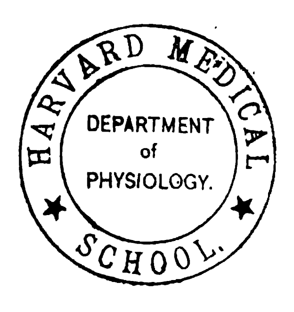










Zeitschrift

für

Psychologie

und

Physiologie der Sinnesorgane.

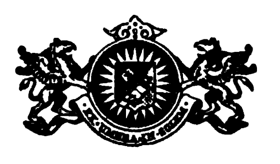
In Gemeinschaft mit

S. Exner, J. v. Kries, Th. Lipps, A. Meinong,
G. E. Müller, C. Pelman, C. Stumpf, Th. Ziehen

herausgegeben von

Herm. Ebbinghaus und **W. A. Nagel.**

33. Band.



Leipzig, 1903.
Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Inhaltsverzeichnis.

Abhandlungen.

Literaturbericht und Besprechungen.

I. Allgemeines.

II. u. III. Anatomie und Physiologie der nervösen Zentralorgane.

IV. Empfindungen.

1. Gesichtssinn.

Seite

2. Gehörsinn.

3. Bewegungs- und Lageempfindungen.

4. Hautsinn.

V. Grundgesetze des seelischen Geschehens.

(Aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Graz.)

Bemerkungen über den Farbenkörper und das Mischungsgesetz.

Von

A. MEINONG.

(Mit 4 Figuren im Text.)

Inhalt.

§ 1. Einleitendes.

Es ist weder Zufall noch unangebrachte Bescheidenheit, wenn ich die nachfolgenden Mitteilungen blofs als „Bemerkungen" einführe. Die Fragen, denen sie gewidmet sind, haben sich mir buchstäblich aufgedrängt fast wider meinen Willen, weil zu einer Zeit, die ich auf ganz andere Aufgaben zu wenden dachte; und nichts zu suchen war bei der Beschäftigung mit diesen Fragen zunächst mein Sinn, als jenes Ausmafs von Klarheit, das die Zuhörer meines eben im Zuge befindlichen Kollegs über Experimentalpsychologie billig von mir erwarten durften. Nichts lag mir also ferner als der Plan einer monographischen Bearbeitung der durch obigen Titel namhaft gemachten Gegenstände; und wenn mir nun gleichwohl das, was ich gefunden zu haben meine, der Niederschrift nicht unwürdig scheint, so liegt dem doch nur die Hoffnung zu Grunde, dadurch künftigen Bearbeitern ein paar Gedanken zur Nachprüfung vorzulegen, deren Erwägung für die Gewinnung eines klareren Einblickes in die nicht ganz einfache Sachlage nicht ohne jeden Wert sein könnte. Mit der Veröffentlichung eine Zeit abzuwarten, bis ich etwa selbst in die Reihe dieser Bearbeiter zu treten in der Lage wäre, hätte einen Aufschub ins völlig Unbestimmte zu bedeuten gehabt. Wem sein bisheriges Tun für absehbare Zeit und über diese hinaus ganz bestimmte Arbeitswege gewiesen hat, dem steht es nicht mehr frei, sich nach Belieben auf Seitenpfaden aufzuhalten. Aber durch eine rasche photographische Aufnahme andere auf einen Ausblick aufmerksam machen, den vielleicht ein blofser Zufall gerade ihm erschliefst, ist wohl auch dann kein überflüssiges Beginnen, wenn die Camera, die er gerade zur Verfügung hat, nicht die vollkommenste sein sollte. So denke ich es denn auch im Besonderen verantworten zu können, wenn der „Apparat" im speziell literarischen Sinne des Wortes bei den folgenden Ausführungen ein mangelhafter geblieben ist, so fern es mir liegt, den Wert eines solchen Apparates zu unterschätzen. Verdienen die Dinge, die ich hier zu sagen habe, nicht um ihrer selbst willen gesagt und erwogen zu werden, dann vermöchte auch gröfserer Aufwand gelehrten Beiwerkes nicht, ihnen einen besser begründeten Anspruch auf Beachtung zu sichern.

Von den beiden Abschnitten der nachstehenden Arbeit ist zunächst der zweite derjenige, um des willen sie mitgeteilt wird:

vielleicht ist aber auch bereits der erste Abschnitt manchem Leser nicht unwillkommen. Dafs darin — übrigens auch im zweiten Abschnitte — erkenntnistheoretische Gesichtspunkte stärker hervortreten, als man nach sonstigem Herkommen von Beiträgen zur Farbenlehre erwarten mag, findet hoffentlich seine Rechtfertigung bereits in der besonderen Beschaffenheit der zu untersuchenden Fragen. Übrigens aber habe ich nun schon oft genug im Dienste der Erkenntnistheorie Psychologie getrieben, um nicht ohne einiges Zutrauen auf Erfolg einmal auch ein wenig Erkenntnistheorie im Dienste der Psychologie treiben zu dürfen.

Erster Abschnitt.
Vom psychologischen Farbenkörper.

§ 2. Farbengeometrie und Farbenpsychologie.

Es ist ohne Zweifel zum Teil der relativ geringen Leistungsfähigkeit unseres Intellektes auf dem Gebiete der Farben beizumessen, dafs die Einsichten, welche zur Aufstellung des Farbenkörpers geführt und in der ihm erteilten Gestalt ihren anschaulichsten Ausdruck gefunden haben, für ein Stück Psychologie gelten.

Von Natur sind die Farben so wenig psychisch wie die Orte oder selbst die Zahlen; und so wenig Geometrie oder Arithmetik deshalb Psychologie ist, weil die Gröfsen, mit denen sie operiert und deren Relationen sie feststellt, zu diesem Ende natürlich vorgestellt werden müssen, so wenig ist es an und für sich bereits Psychologie, wenn man feststellt, dafs die Farben eine mindestens dreidimensional ausgedehnte Mannigfaltigkeit ausmachen, dafs innerhalb jeder dieser Dimensionen prinzipiell unabhängige Variabilität gegenüber den übrigen Dimensionen besteht u. s. f. Das ist Farbengeometrie, und zwar eine von genau der nämlichen apriorischen Erkenntnisdignität wie die eigentliche Geometrie: hier wie dort entscheidet nicht die Existenz, sondern die Beschaffenheit der bearbeiteten Gegenstände[1], — hier wie dort hat man es mit Teilen einer in ihrer Totalität erst der An-

---

[1] Vgl. meine Ausführungen „Über Annahmen". *Diese Zeitschrift*, Erg.-Bd. II, S. 193.

erkennung bedürftigen Disziplin zu tun, für die mir die Bezeichnung „Gegenstandstheorie“ in besonderem Maſse charakteristisch scheint und an deren Ausarbeitung in ihren auſsermathematischen Partien in erster Linie die Erkenntnistheorie interessiert sein wird.[1]

Daſs es nun aber doch keine Farbenwissenschaft gibt, die man der Raumwissenschaft zur Seite stellen könnte, das liegt sicher nicht etwa an allzu geringem Interesse für das Reich der Farben, auch schwerlich an allzu geringer Komplikation der eigenartigen Tatsächlichkeiten dieses Gebietes, sondern einfach an unserer Unfähigkeit, Ähnlichkeiten, Abstände und Richtungen hier mit eben solcher Leichtigkeit und Sicherheit zu erfassen wie etwa im Räumlichen. So hat die Farbenlehre in ihrem apriorischen Teile bisher nur recht kleine Schritte nach vorwärts zu machen vermocht, und was die theoretische Forschung hier erreicht hat, ist viel zu dürftig, um eine Wissenschaft für sich auszumachen. Dagegen muſs auch das Wenige dem willkommen sein, dem es um die Beschreibung unseres psychischen Geschehens, also auch unseres Wahrnehmens und Einbildens zu tun ist und zwar nicht nur um die Beschreibung dessen, was unsere Vorstellungen miteinander gemein haben, sondern auch dessen, was sie differenziert. Das liegt aber nicht nur darin, daſs wir einmal empfinden, ein ander Mal „bloſs vorstellen“, d. h. einbilden oder phantasieren, sondern vor allem auch in dem, was wir empfinden resp. phantasieren. Im Gegenstande unserer Vorstellungen erfaſst die Psychologie deren Inhalt[2]; insofern ist auch der eigentümliche Komplex solcher Gegenstände, der die Farbenmannigfaltigkeit ausmacht, Sache der Psychologie und der Farbenkörper ein psychologischer.

Auf diese einfachen Voraussetzungen baut sich eine verwickeltere erkenntnistheoretische Sachlage, als man auf den ersten Blick glauben möchte. Die psychologische Empirie gibt hier ein Material her, das einer apriorischen Behandlung fähig und bedürftig ist: aber die apriorische Behandlung greift auch

---

[1] Einige erste Schritte auf diesem Gebiete versuchen auſser mehreren Kapiteln des erwähnten Buches „Über Annahmen“ die Abhandlung „Über Gegenstände höherer Ordnung und ihr Verhältnis zur inneren Wahrnehmung“ in Bd. 21 *dieser Zeitschrift*, sowie andere dort angezogene Arbeiten.

[2] „Über Gegenstände höherer Ordnung etc.“ a. a. O. S. 185 ff.

hier wie sonst über das ihr von der Erfahrung Gebotene hinaus und so findet man sich alsbald vor die Frage gestellt, ob man im Farbenkörper ein Gebilde vor sich hat, das, obwohl gleich all unserem sonstigen geistigen Besitz in gewissem Sinne der Empirie entnommen und auf diese anwendbar, nun doch ganz und gar auf dem Boden des Apriori steht wie die Mathematik, oder ob dieses Gebilde doch auch noch in dem genaueren Sinne „psychologisch" heifst und heifsen darf, weil ihm die Aufgabe gestellt ist, nicht die Gesamtheit aller möglichen, sondern blofs die aller wirklichen Farben zu umfassen, diejenigen nämlich, die in unserem Vorstellungsleben tatsächlich vorkommen.

§ 3. Apriorisches an unserem Wissen vom Farbenkörper.

Wer etwa schon vorgängig zur zweiten der eben nebeneinander gestellten Auffassungen hinneigt, wird sich hierin vor allem nicht durch den Umstand bestärken lassen dürfen, dafs man sich zur Beantwortung offener Fragen auch hier leicht genug auf das experimentelle Verfahren angewiesen findet.[1] Das Experiment hat, auch wenn es kein blofs didaktisches Experiment ist, nicht jedesmal Induktionsinstanzen zu schaffen: es kann der Forschung nicht minder wesentliche Dienste leisten, wenn es Umstände herbeiführt, welche dem Zustandekommen der erforderlichen Einsichten, die dann immer noch apriorischer Natur sein können, besonders günstig sind. Dafs man aber in der Farbengeometrie solcher künstlicher Hilfen weit eher und zur Erzielung viel bescheidenerer Erfolge bedarf als in der Raumgeometrie, darin tritt nun wieder der um so viel niedrigere Grad unseres natürlichen Könnens in der ersteren Hinsicht zu Tage.

Weit nachdrücklicher mufs es dagegen für eine sozusagen empiristische Auffassung des Farbenkörpers sprechen, wenn die eben wieder erwähnte Schwerfälligkeit im Erfassen der Farbenrelationen geradezu das Versagen der betreffenden apriorischen Evidenzen mit sich führt. Doch ist auch in dieser Hinsicht nicht alles gleich beweisend, und einen meines Erachtens nicht be-

[1] Vgl. K. Zindler: „Über räumliche Abbildungen des Kontinuums der Farbenempfindungen und seine mathematische Behandlung", *diese Zeitschr.* **20**, besonders § 10f.

weisenden Fall mufs ich hier wegen einiger wichtigen Konsequenzen, auf die später noch zurückzukommen sein wird, ausdrücklich zur Sprache bringen.

Ich meine die Position der Komplementär- oder Kontrastfarben auf dem Farbenkörper. Kontrast im Sinne von Gegensätzlichkeit zwar ist auch bei den Farbentönen apriorisch einzusehen: dafs ein gewisses Rot einem gewissen Grün, ein gewisses Gelb einem gewissen Blau als Farbe gröfsten Abstandes gegenübersteht, so dafs alle übrigen Farbentöne geringere Verschiedenheit davon aufweisen, das vermag ich innerhalb ausreichend bescheidener Zuverlässigkeitsgrenzen sicher aus der Natur der verschiedenen Farbentöne und insofern apriori einzusehen. Wie steht es aber mit der zentralen Position des Grau zwischen diesen Gegensätzen? Dafs man von Rot zu Grau gelangen kann, ohne die Richtung zu ändern, ist freilich einleuchtend, nicht minder, dafs der Weg von Grün zu Grau ein geradliniger ist. Habe ich aber auch eine Einsicht darein, dafs die eine der beiden Geraden in der Verlängerung der anderen liegt, dafs ich also, wenn ich den von Rot nach Grau führenden Weg in unveränderter Richtung fortsetze, nach Grün gelangen mufs? Es fehlt sonst keineswegs an Einsichten in Betreff Richtungsübereinstimmung und Richtungsverschiedenheit am Farbenkörper, die man unbedenklich als apriorisch in Anspruch nehmen darf: dafs die Verbindungslinie von Rot und Orange nach Gelb, die von Rot und Violett nach Blau führt, dagegen diese beiden Verbindungslinien untereinander keineswegs einen gestreckten Winkel ausmachen, das ist ohne weiteres einzusehen. Dafs dem aber unser intellektuelles Verhalten zur Rot-Grau-Grün-Linie auch günstigsten Falles nicht wohl zur Seite zu stellen ist, darüber kann kaum ein Zweifel aufkommen, und es fragt sich dann eigentlich nur, ob, was uns sonach unmittelbar schwerlich ausreichend evident zu werden vermag, mindestens mittelbar evident zu machen ist, ohne die Bahnen apriorischer Erwägung zu verlassen.

Die Erkenntnislage, die man hier vor sich hat, ist jedenfalls eigenartig genug, um schon deshalb nicht unbeachtet bleiben zu dürfen. Davon aber, dafs es sich auch hier um Tatsächlichkeiten handelt, die in der Beschaffenheit der betreffenden chromatischen Farben einerseits, des Grau andererseits ihre natürliche Begründung haben, anders ausgedrückt also von der Apriorität der

fraglichen Erkenntnisse wird man doch nicht wohl abgehen können, schon deshalb nicht, weil unerfindlich ist, wie eine empirische Legitimation hier beschaffen sein könnte, man müfste denn in dem Umstande, dafs zwischen den chromatischen und achromatischen Farben die verschiedensten Übergänge als Sättigungsstufen der ersteren wirklich vorkommen, den empirischen Beweis für die Möglichkeit dieser Übergänge ansprechen, in welchem Falle aber die so erwiesene Möglichkeit erst recht keine empirische, sondern zugleich eine apriorische Möglichkeit sein müfste. Überdies gelangen wir so zwar zu einer leidlichen unmittelbaren Einsicht darein, dafs die Weifs-Schwarz-Linie eine Art Mittelstellung zwischen den chromatischen Farben einnimmt, keineswegs aber darein, dafs die Verbindungslinien der Kontrastfarben sich in der Weifs-Schwarz-Linie schneiden müssen. Meinen wir gleichwohl ein gutes Recht zu haben, dies zu behaupten, so kann es sich dabei nicht wohl um anderes als um eine Legitimation durch mittelbare Evidenz handeln, die mir noch am ehesten durch eine Erwägung wie die folgende erreichbar scheint.

Soll etwa Rot eine Abänderung erfahren, ohne seine Stellung zwischen Gelb und Blau zu ändern, so kann es sich, von der Helligkeit abgesehen, nur in der Rot-Grau-Linie bewegen, ebenso unter analogen Voraussetzungen Grün nur in der Grün-Grau-Linie. Da es sich aber für beide Linien um das nämliche Gelb und das nämliche Blau handelt[1], so können diese Linien nicht wohl etwas anderes als eine Gerade ausmachen. Analoges läfst sich cum grano salis von anderen Kontrastfarben ausführen: dafs aber dann der eigentliche Komplementarismus, das charakteristische Verhalten der Kontrastfarben bei der Farbenmischung, sich aus dem Mischungsgesetze deduzieren läfst, davon mufs weiter unten[2] noch ganz ausdrücklich die Rede sein.

Ob freilich die hiermit versuchte Beweisführung allen Anforderungen theoretischer Strenge Genüge leistet, mag nicht über jedem Zweifel stehen: wichtiger noch ist vielleicht, dafs wir die durch diesen Beweis erst zu rechtfertigende Überzeugung bereits

---

[1] Spätere Aufstellungen (vgl. unten S. 17) vorwegnehmend, könnte man präziser sagen: „um die unveränderte Distanz von der nämlichen Gelb- resp. Blauebene“ oder auch (vgl. S. 23f.) „um Festhaltung des Neutralitätswertes der Gelb-Blau-Dimension“.

[2] Vgl. S. 42ff.

vor dem Beweise haben. Das weist doch auf das Vorhandensein einer unmittelbaren Evidenz hin, die nur vielleicht wieder wegen unserer geringen Gewandtheit im Operieren mit den eigenartigen Gegenständen des Farbengebietes nicht in völliger Reinheit zur Geltung kommt. Wie viel aber in dieser Sache auch noch zu klären sein mag, soviel wird festgehalten werden dürfen, dafs auch hier das Gebiet apriorischen, wenn auch wie immer unvollkommenen Erkennens noch nicht überschritten erscheint.

§ 4. Anteil der psychologischen Empirie.

Nun gibt es aber auch noch Bestimmungen am Farbenkörper, für die uns nicht nur unmittelbare und, wie wir ohne Gefahr sogleich hinzufügen können, auch mittelbare Evidenz von apriorischem Charakter fehlt, sondern denen geradezu eine apriorische Evidenz für die Möglichkeit auch anderen Verhaltens gegenübersteht. Der Farbenkörper ist selbstverständlich begrenzt wie ein wirklicher Körper: gibt es aber einen a priori einleuchtenden Grund, die Gesamtheit der möglichen Farben für begrenzt und insbesondere für gerade so begrenzt zu halten, wie es etwa von Höfler[1] oder noch besser, wie es von Ebbinghaus[2] abgebildet wird?

Was vor allem die Begrenztheit anlangt, so liegt es freilich nahe, sie durch die Berufung darauf zu begründen, dafs nichts weifser als Weifs und nichts blauer als Blau sein könne, — ohne Zweifel eine apriorische Erwägung. Aber ist diese wirklich so selbstverständlich, als sie auf den ersten Blick aussehen mag? Sicher ist einmal jedenfalls, dafs dieses Weifs oder Blau, auf das sie sich beruft, noch niemand gesehen hat, oder mit anderen Worten, dafs niemand eine bestimmte Farbe für eine solche Grenzfarbe zu erklären sich für befugt halten wird. Dieser Stand unseres empirischen Wissens ist nun freilich gerade für allfälliges apriorisches Erkennen nicht von zwingender Bedeutung, — um so mehr aber die Frage, woher ich denn eigentlich die Überzeugung gewinnen soll, dafs ein Fortschritt von innen nach aufsen hier zu einem Ende führen müsse. Wer freilich das fragliche Weifs als dasjenige definiert, das gar kein Schwarz,

[1] Psychologie S. 113 Fig. 12, dazu das instruktive Modell bei Höfler-Witasek: „Psychologische Schulversuche", II. Aufl., S. 5.

[2] Grundzüge der Psychologie I, S. 184, Fig. 15.

das fragliche Blau als dasjenige, das gar kein Grau in sich enthält, mag hoffen, dadurch eine Grenze gegenüber jenem Weifs und Blau gesteckt zu haben, das dieser Bedingung noch nicht gemäfs ist. Aber wie schon oft betont worden ist und noch zu berühren sein wird, genau genommen, enthält keine Farbe eine andere in sich, jede ist vielmehr anderen Farben nur mehr oder weniger ähnlich resp. von ihnen verschieden: worin läge aber die Bürgschaft dafür, dafs jene Ähnlichkeit irgend einmal Nullwert erreichen, diese Verschiedenheit über einen Maximalwert nicht hinausgehen könnte?

Der wichtigen Unterscheidung G. E. Müllers zwischen „prinzipiell begrenzten" und „prinzipiell unbegrenzten Qualitätenreihen" [1] möchte ich darum so wenig widersprechen wie dessen Behauptung im besonderen, dafs die Qualitäten des Gesichtssinnes als prinzipiell begrenzte zu betrachten sind.[2] Für unsere gegenwärtige Fragestellung kommt aber alles auf die Natur der Gründe an, die in dieser Sache entscheidend sind. Zunächst beruft sich Müller darauf, dafs „der Fortschritt in allen jenen Qualitätenreihen, die vom Schwarz zum Weifs, vom Weifs zum Rot, vom Grün zum Blau u. s. w. führen, ... durch die von Glied zu Glied stattfindende Abnahme der Ähnlichkeit zum Anfangsgliede und Zunahme der Ähnlichkeit zum Endgliede vollständig charakterisiert" sind.[3] Ohne Zweifel handelt es sich hier um Anfangs- und Endglieder, die dem Vergleiche zugänglich sind, also um wirkliche, nicht blofs mögliche. Wie sie gegeben sind, bedarf wohl noch der näheren Untersuchung: schwerlich als Empfindungen resp. deren Reproduktionen, und dafs die Phantasie hier die Grenzen der Empfindung durch Produktion anschaulicher Vorstellungen erheblich sollte überschreiten können, wird auch kaum zu glauben sein. Jedenfalls ist der Unterschied der Sachlage gegenüber der bei der Tonreihe handgreiflich und wohl nicht nur wegen des Fehlens einer Analogie zur Oktaventäuschung: wir haben etwas wie ein anschaulich erfafstes Ideal von Weifs und Schwarz, Rot und Blau etc. nicht aber ein eben solches Ideal des höchsten und tiefsten Tones. Wie dem aber auch sei, das letzte Glied ist ein psychologisch Gegebenes, und

[1] „Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen," *diese Zeitschr.* **10**, S. 34ff.

[2] a. a. O. S. 46ff.

[3] a. a. O. S. 46.

die prinzipielle Begrenztheit betrifft ein Wirkliches, nicht ein Mögliches. Das wird nun vollends deutlich durch MÜLLERS zweiten Grund, der kein anderer ist als die Gültigkeit des Mischungsgesetzes.[1] Wie sich zeigen wird, liegt gerade mir nichts ferner als die Tendenz, das Apriorische am Mischungsgesetze zu vernachlässigen. Aber dieses Gesetz, obwohl es doch von Wirklichkeiten handelt, in seiner Totalität für aufserempirisch zu erklären, daran kann doch niemand denken. Das Mischungsgesetz hat ohne Zweifel ein apriorisches Moment an sich: als Ganzes aber bleibt es ein empirisches Gesetz, und was daraus gefolgert wird, kann normalerweise auch nicht wohl etwas anderes als ein die Wirklichkeit Betreffendes sein. Zusammenfassend also: die Qualitätenreihen des Gesichtssinnes halte auch ich für „prinzipiell begrenzt“: das gilt aber nur von den wirklichen, psychologisch gegebenen, nicht von allen möglichen dem Farbengebiete zugehörigen Qualitätenreihen.

Zu demselben Ergebnisse wie in Betreff der Begrenztheit des Farbenkörpers im allgemeinen gelangt man nun auch in Betreff der genaueren Bestimmungen dieser Begrenztheit. Dafs die von Orange nach Gelb gezogene Linie hier gegen Grün umbiegt, ist freilich unangreifbar und auch a priori evident: nicht evident aber ist, dafs man bei Gelb gegen Grün umbiegen mufs und nicht etwa in der von Orange her eingeschlagenen Richtung weitergehen kann. Unsere Phantasie freilich läfst uns, wenn wir uns das anschaulich vorstellen wollen, durchaus im Stiche: aber das ist eben nur jene Art des Nicht-denken-können, von der ich schon vor Jahren gezeigt habe[2], dafs sie mit dem Nicht-sein-können ganz und gar nichts zu tun hat. Dafs dann sozusagen noch weniger aus der Natur der Farbenmannigfaltigkeit einzusehen sein wird, warum die Kanten des Farbenkörpers gerade oder nahezu gerade, die Flächen desselben eben oder nahezu eben sein müssen, versteht sich. Kurz, der Farbenkörper kann nicht als das Ergebnis blofs apriorischer Erkenntnis angesehen werden: hat er gleichwohl seinen guten Sinn, so mufs dieser teilweise durch die Empirie legitimiert sein.

Welcher Art aber diese Empirie ist, kann natürlich nicht zweifelhaft sein. Nicht alle möglichen Daten des Farbengebietes

---

[1] a. a. O. S. 47.

[2] *Hume-Studien* 2, S. 112 ff.

will der Farbenkörper umfassen, sondern nur alle sozusagen uns möglichen, alle unserem Empfinden und Einbilden zugänglichen. Wie weit aber unser Können in dieser Richtung geht, darüber vermag zuletzt nur die innere Erfahrung Aufschlufs zu geben. Natürlich wird es sich dabei nicht um blofses Verbuchen dieser Erfahrungen, sondern auch um ein Verarbeiten derselben handeln. Wer insbesondere in der „reinen“ und in der „gesättigten“ Farbe die oben berührten Ideale erfafst und in diesen die natürlichen Enden der „prinzipiell begrenzten“ Farbenreihen erkannt hat, wird in Betreff dieser Reihen dann durch zweifellos wieder apriorische Folgerungen aus ihrer Natur sicher der direkten Empirie zu Hilfe zu kommen und die so gewonnenen Ergebnisse im Farbenkörper zur Geltung zu bringen versuchen. Aber entscheidend ist bei alledem am Ende immer die Beschaffenheit desjenigen Rot, Blau, Weifs etc., das eben wir empfinden oder sonst vorstellen: insofern bleibt der Farbenkörper zuletzt doch die, gleichviel in welchem Mafse theoretisch präzisierte und schematisierte Darstellung des psychologisch Wirklichen; er ist also in der Tat in dem oben [1] in Aussicht genommenen Sinne ein „psychologischer“ Farbenkörper auch in besonders strenger Wortbedeutung.

§ 5. Der Farbenraum und seine Dimensionen.

Das so gewonnene Ergebnis wird insbesondere nach zwei Richtungen nicht mifsverstanden werden dürfen. Vor allem hat es jederzeit für einen Teil der theoretischen Bearbeitung eines durch die Empirie gegebenen Tatsachenmaterials gegolten, auch seinen a priori erkennbaren Eigentümlichkeiten gerecht zu werden. Es spricht also in keiner Weise gegen das bisher Dargelegte, hat überdies schon in den obigen Ausführungen wiederholt ausdrückliche Anerkennung gefunden, dafs der Farbenkörper der Gegenstand von Feststellungen werden kann, bei deren Gewinnung das Vorgehen „more geometrico“ nicht zu verkennen ist.[2] Und wenn insbesondere K. Zindler die in der Mathematik so wohlbewährte Arbeitsweise ihrer Strenge wie ihren Methoden nach auf das Farbengebiet übertragen wünscht[3], so wird man ihm

---

[1] Vgl. § 2 am Ende.

[2] Vgl. K. Zindler: „Über räumliche Abbildungen des Kontinuums der Farbenempfindungen“ a. a. O. § 1, 4, 6.

[3] a. a. O.

für den Nachdruck, mit dem er seine ebenso korrekte als voraussichtlich fruchtbare Forderung vertreten hat, nur Dank wissen können. Nur wird man nicht aufser acht lassen dürfen, wie wenig die wiederholt berührte Unvollkommenheit unserer intellektuellen Veranlagung sich der Erfüllung dieser Forderung günstig erweist. Jedenfalls wäre nicht abzusehen, warum die Psychologie bis zur Gewinnung vollkommeneren Wissens auf die Einsichten verzichten sollte, die dem einstweilen mehr anschaulichen als begrifflichen Erfassen der Beziehungen zwischen den verschiedenen Farben entspringen, auch wohl aus dem Raumgleichnis eines ihnen entsprechenden körperlichen Gebildes wieder, wenn auch vielleicht nicht ohne jede Irrtumsgefahr, herausgelesen werden können.

Ferner aber ist das oben Dargelegte nicht etwa so zu verstehen, als ob darum alles, was aus dem Farbenkörper zu entnehmen ist, lediglich auf die Besonderheiten eben dieser psychologischen Empirie zurückginge. Wie jeder eigentliche Körper, so ist auch der Farbenkörper im Raume und partizipiert an dessen Eigenschaften; den hier in Betracht kommenden Raum aber ganz ausdrücklich als Farbenraum zu bezeichnen und als das eigentliche Objekt apriorischer Farbenerkenntnis dem Farbenkörper als dem Objekt der einschlägigen, im Prinzip empirischen Feststellungen ganz grundsätzlich gegenüberzustellen, könnte, wenn ich recht sehe, über manche Schwierigkeit hinweghelfen. Insbesondere möchte dadurch die Gefahr, wenn nicht beseitigt, so doch einigermafsen ferner gerückt sein, die Dimensionen des Farbenraumes von speziellen Bestimmungen am Farbenkörper nicht ausreichend auseinander zu halten und ich will sogleich unten kurz zu zeigen versuchen, dafs hieraus für eines der bisher immer noch wenigstgeklärten Gebiete der Farbentheorie, ich meine die Lehre von der Helligkeit, einiges zu gewinnen wäre. Ein paar allgemeinere Erwägungen mögen uns den Weg dazu bahnen.

Wenn man vom Farbenkörper redet im Gegensatze zur Farbenfläche oder -Linie, so will man damit geradezu nichts anderes sagen, als dafs es sich da um ein wenigstens dreidimensionales Gebilde handle. Weil aber andererseits an den Farben die drei Momente Farbenton, Helligkeit und Sättigung sich auffallend genug als ihnen allen gleich charakteristisch geltend machen, so liegt es nahe, in diesen drei Momenten nichts anderes

als jene drei Dimensionen zu sehen. Für zwei dieser Bestimmungen ist die hierin liegende Unrichtigkeit ohne weiteres ersichtlich zu machen. Der Farbenton vor allem kann unmöglich eine Dimension sein, da die Veränderungen des Farbentones ja doch in zwei Dimensionen verlaufen, so gewifs eine in sich geschlossene Linie in Einer Dimension keinen Platz findet. Die Sättigung aber kann dem Farbentone nicht als besondere Dimension zur Seite gestellt werden, weil sie, falls Grau wirklich in die Mitte des Farbenkörpers gehört, für verschiedene Farbentöne in mehr als Einer Dimension variiert, genauer in denselben zwei Dimensionen, die bereits für die Mannigfaltigkeit der Farbentöne unerläfslich sind.

Was dagegen die Helligkeit anlangt, so möchte ich keineswegs bestreiten, vielmehr gerade betonen, dafs ihr Name der Ausdruck einer Dimension ist, daraus aber zugleich die Konsequenz ziehen, dafs sie selbst nicht nur den Farbenkörper, sondern den ganzen Farbenraum betrifft. Sie fällt darum keineswegs zusammen mit der Weifs-Schwarz-Linie, obwohl diese ganz und gar in dieser Dimension verläuft. Man erkennt dies deutlich daran, dafs auch die chromatischen Farben jederzeit auf eine Position zwischen Weifs und Schwarz natürlichen Anspruch haben und zwar nicht etwa vermöge ihres achromatischen Anteils: denn denkt man sich diesen so unbeträchtlich, als man nur irgend kann, also die betreffende Farbe der idealen Sättigung so nahe als irgend möglich, so wird dadurch der Anspruch auf jene Position doch in keiner Weise zweifelhaft. Und dafs Helligkeit mit Weifs-Ähnlichkeit oder Weifslichkeit sicher nicht zusammenfällt, darüber belehrt uns jede der Kugelflächen, die man sich vom Weifspunkte aus mit beliebigem, die Gröfse der Distanz von Weifs, daher auch die Weifslichkeit repräsentierenden Halbmesser in den Farbenkörper eingetragen denken kann. Denn verschiedene Punkte einer solchen Fläche bedeuten um so gröfsere Helligkeiten, je weiter sie von der Weifs-Schwarz-Linie entfernt sind. Wer aber meinte, es komme eben nicht auf die Distanz von Weifs allein, sondern auch auf die von Schwarz an, der hätte den in seiner relativen Einfachheit auch noch relativ plausiblen Gedanken der Identität von Helligkeit mit Weifslichkeit durch einen so künstlichen ersetzt, dafs darüber auch aller Schein zu seinen Gunsten verloren gegangen wäre.

Fällt sonach Weifs nicht mit Hell, Schwarz nicht mit Dunkel

zusammen, so hat es doch einen guten Sinn, die Weifs-Schwarz-Linie den Hauptrepräsentanten der Helligkeitsdimension zu nennen, und die Konzeption dieses Begriffes kann uns nun vielleicht auch zur genaueren Präzisierung der beiden anderen Dimensionen des Farbenraumes behilflich sein, bezüglich derer uns die Ausdrücke des täglichen Lebens nicht in gleichem Mafse zu statten kommen. Vorab sei auch noch darauf hingewiesen, dafs sich die Natur der Helligkeit als Dimension auch darin verrät, dafs es Farben gibt, die trotz Verschiedenheit des Tones und der Sättigung gleiche Helligkeit aufweisen. Die unter Umständen ziemlich bescheidene Sicherheit, mit der diesbezügliche Urteile gefällt werden können, betrifft nur die Erkennbarkeit dieser Tatsache, kann aber an der Tatsache selbst keinen berechtigten Zweifel begründen. Dafs Farben gleicher Helligkeit im Farbenraume in eine Ebene zu stehen kommen werden, die auf der Helligkeitsdimension selbst, genauer auf ihrem Hauptrepräsentanten, senkrecht steht, versteht sich, nicht minder, dafs es solcher Ebenen unendlich viele geben mufs: ich will dieselben für unseren nächsten Zweck als Helligkeitsebenen bezeichnen, um daran die Frage zu knüpfen, ob es im Farbenraume nicht noch andere Ebenen von verwandten Eigenschaften gibt, aus deren Lage dann die Lage der noch unbestimmten beiden anderen natürlichen Dimensionen des Farbenraumes erschlossen werden könnte.

Ich gehe dabei wieder zunächst von Tatsachen des Sprachgebrauches aus. Kann man, obwohl Helligkeit keine Gröfse ist, von heller und weniger hell sowie von gleich hell reden, so auch etwa von röter und weniger rot sowie von gleich rot. Zugleich könnte selbstverständlich scheinen, dafs als gleich rot Farben zu qualifizieren sein werden, die vom Rotpunkte am Farbenkörper gleich weit abstehen. Man wird damit wieder auf Kugelflächen geführt, wie uns deren oben bereits mit Bezug auf den Weifspunkt als Zentrum begegnet sind. Was sich aber bei Weifs mindestens im grofsen ganzen zu bewähren scheint, versagt auffallenderweise bei Rot ganz und gar seinen Dienst, wie man am leichtesten aus folgender Erwägung ersehen mag.

Man denke sich das gleichviel wie ideal verstandene Roteck am Farbenkörper festgelegt und dadurch natürlich auch seine Distanz vom Punkte des neutralen Grau bestimmt. Mit dem dieser Distanz entsprechenden Halbmesser konstruiere man

nun vom Rotpunkte als Zentrum aus in der Ebene, welche diesem Punkte und der Weifs-Schwarz-Linie gemeinsam ist, einen Kreisbogen, der, vom Graupunkte ausgehend, die Rot-Weifs-Kante in einem Punkte *P* schneidet. Dann sind alle Punkte dieses Bogens vom Roteck gleich weit: im Sinne des eben geltend gemachten Gesichtspunktes ist sonach ihnen allen in gleicher Weise das Prädikat der Röte zu- oder abzusprechen. Auf dem oben berührten [1] Höflerschen Modell kann man sich die Sache besonders leicht anschaulich machen, da der verlangte Kreisbogen in einer der an diesem Modell durch Zerlegung zu erhaltenden Schnittflächen liegt. Dabei soll von Details, die sich durch Modifikation des Farbenkörpers — etwa im Sinne Ebbinghaus' — ergeben müfsten [2], ganz abgesehen werden: so fundamentaler Art würden sie ja gewifs nicht sein, um zu verhindern, dafs der Punkt *P* eine Farbe repräsentierte, die, weil zwischen Rot und Weifs gelegen, als ein rötliches Weifs oder weifsliches Rot zu bezeichnen wäre. Im Gegensatze dazu ist der Graupunkt in keinem Sinne rot zu nennen, der Punkt *P* also sicher „röter" als er, womit dargetan ist, dafs nicht das für gleich rot gelten darf, was auf dem Farbenkörper vom Rotpunkte gleichen Abstand hat. Vielmehr werden auf unserer Schnittfläche diejenigen Punkte als Repräsentanten ebenso roter Farben wie *P* anzusehen sein, die von der Weifs-Schwarz-Linie ebenso weit abstehen wie dieser Punkt, woraus zugleich zu ersehen ist, dafs das, was wir hier als „mehr rot" oder „weniger rot" betrachtet haben, wenigstens innerhalb der bisher eingehaltenen Grenzen, mit „gesättigter rot" und „minder gesättigt rot" zusammenfällt. Und eben um dieses Zusammenfallens willen wird man auch ohne weiteres einräumen, dafs die hier auf Rot angewendete Betrachtungsweise sich auf jeden beliebigen anderen Farbenton, also auf Grün oder Blau so gut wie auf Orange oder Violett übertragen läfst.

Nun verschwindet aber die scheinbare Koinzidenz mit der Sättigung sofort, wenn man den oben näher bestimmten Kreisbogen statt in eine vertikale in eine horizontale Schnittfläche des Höflerschen Modelles legt, in die Ebene also, in welche

---

[1] Vgl. S. 8 Anm. 1.

[2] Vgl. oben S. 8 Anm. 2. Die nächste Konsequenz der Schiefstellung der Rot-Grün-Achse wäre, dafs ein Teil des Kreisbogens sogar jenseits der Weifs-Schwarz-Achse zu liegen käme.

aufser dem Graupunkte z. B. die Rot-Gelb-Kante des Farbenkörpers zu liegen kommt. Die Punkte auch in diesem Kreisbogen haben keinen Anspruch darauf, für „gleich rot“ zu gelten: die Farbe aber, die dem Punkte Q zukommt, in dem der Kreisbogen die Rot-Gelb-Kante schneidet, ist nicht etwa als ein Rot von relativ geringer Sättigung zu beschreiben, sondern eigentlich gar nicht als Rot, vielmehr als ein Orange, oder wohl auch bereits Gelb-Orange, dem es an Sättigung vielleicht gar nicht fehlt, bei dem aber eine gewisse Rötlichkeit gerade mit zur Charakteristik des Farbentons zu gehören scheint. Natürlich werden auf der jetzt in Betracht kommenden Ebene die Farben gleicher Röte auch nicht etwa nach dem Abstande von der Weifs-Schwarz-Achse zu bestimmen sein. Aber die Analogie zum ersten Falle bliebe gewahrt, wenn gleich rot wie Punkt Q alle Punkte sind, die in das von hier auf die Rot-Grün-Achse des Höflerschen Modells gefällte Lot zu liegen kommen. Der Fufspunkt dieser Senkrechten repräsentiert natürlich ein reines Rot von gewisser Sättigung, eine Ebene aber, die durch dieselbe Senkrechte parallel zur Weifs-Schwarz-Achse gelegt wird, enthält dann nicht nur alles Rot vom nämlichen Sättigungsgrade, sondern auch alle anderen Farben, die in dem hier wiederholt berührten Sinne als „gleich rot“ anzusprechen sind. Es liegt darauf hin die Frage nahe, ob diese Ebene nicht in analoger Weise eine Dimension verrät wie die Helligkeitsebene, und ob das Wort „rot“ mehr als Name dieser Dimension oder mehr als Name ihres Hauptrepräsentanten, kurz, ob es mehr nach der Analogie von „hell“ oder mehr nach der von „weifs“ zu deuten sei.

Der Vermutung, dafs sich in den unendlich vielen Röteebenen, wenn vorübergehend dieser Ausdruck gestattet ist, eine Dimension verrate, könnte zunächst das Bedenken entgegentreten, solcher Farbenebenen möchte es wohl so viele geben als es Farbentöne gibt, wodurch der Schlufs auf die Dimension natürlich ohne weiteres ad absurdum geführt wäre. So steht die Sache aber keineswegs. Man versuche, um sich hiervon zu überzeugen, weiter nichts, als die obigen Erwägungen auf Orange oder Violett zu übertragen. Solange man im Gebiete eines bestimmten Orange oder eines bestimmten Violett bleibt, geht alles, wie schon oben berührt, bestens von statten: was aber nicht gelingt, ist die Anwendung auf Farben verschiedenen Tones, genauer

auf solche, bei denen die Verschiedenheit einen einigermafsen gröfseren Betrag erreicht hat. Ich kann also zwar noch innerhalb gewisser Grenzen ein sich mehr dem Rot oder Blau näherndes Violett weniger violett nennen als ein anderes: niemand aber könnte etwa in reinem Rot in derselben Weise zugleich Orange und Violett sehen, wie man so oft im Orange zugleich Rot und Gelb, oder im Violett zugleich Rot und Blau anzutreffen meint. Auf die übrigen einschlägigen Fälle angewandt, führt dies zu dem Ergebnis, dafs neben Rot nur noch Grün, Gelb und Blau Ebenen aufweisen, die als Dimensionenebenen im obigen Sinne betrachtet werden könnten, während für die Zwischenfarben Ebenen von ähnlichen Eigenschaften nicht zu konstruieren sind. Was hierin zu Tage tritt, ist zunächst weiter nichts als die auch sonst so oft zur Geltung kommende Sonderstellung der sogenannten Hauptfarben gegenüber den übrigen Farben. Zugleich eröffnet sich aber die Aussicht, diese Sonderstellung statt durch den Hinweis auf allerhand schon an sich wenig für sich einnehmende Äufserlichkeiten aus der Annahme heraus zu verstehen, dafs die Hauptfarben zu den natürlichen Dimensionen des Farbenraumes in einer besonders engen Beziehung stehen.

Freilich haben wir nun der Hauptfarben doppelt so viele, als Dimensionen im Farbenraume zu vergeben sind, wenn wir von der vorgängig kaum ganz auszuschliefsenden Möglichkeit von mehr als drei Dimensionen des Farbenraumes absehen. Hier aber legt die auch in den gegenwärtigen Untersuchungen so vielfach benutzte Analogie des Farbenraumes zum eigentlichen oder, wie man zum Unterschiede sagen könnte, zum Örterraume die Erinnerung daran nahe, dafs es der Dreidimensionalität und der näheren Bestimmung der drei natürlichen Dimensionen unseres subjektiven Raumes nichts verschlägt, dafs dieser Bestimmung nicht drei, sondern sechs durch ihre Gegensätzlichkeit zu drei Paaren verbundene räumliche Momente zu Grunde liegen, zu deren Bezeichnung die Sprache die Ausdrücke rechts und links, oben und unten, vorn und hinten zur Verfügung stellt. Raumtheoretisch ist durch diese Deutung der sonst so gern blofs relativ oder gar korrelativ verstandenen Termini allerdings einiges präjudiziert, auf das näher einzugehen im gegenwärtigen Zusammenhange viel zu weit führen möchte. Vielleicht aber kommen übereinstimmende Positionen, die verschiedenen psychologischen Gebieten angehören, einander gegenseitig zu statten, und jeden-

falls wird der Hinweis auf den subjektiven Raum dazu dienen, die Meinung ausreichend deutlich zu machen, in der ich die Vermutung ausspreche, dafs Rot und Grün einerseits, Gelb und Blau andererseits je zwei Hauptrepräsentanten Einer Dimension darstellen, wie dies ja auch bezüglich der Helligkeitsdimension bei Weifs und Schwarz der Fall ist. Während uns aber bei der letztgenannten Dimension nicht nur ein auf sie direkt zu beziehender Name, sondern in den Worten „hell“ und „dunkel“ sogar ihrer zwei zu Gebote stehen, die die Gegensätzlichkeit der Hauptrepräsentanten in die Dimension selbst hineinzutragen gestatten, fehlt uns für die beiden anderen Dimensionen nicht nur eine einheitliche Benennung, sondern es ist vermutlich auch gar nicht einigermafsen sicher auszumachen, ob die der Sprache geläufigen Namen Rot und Grün sowie Gelb und Blau eher die Dimension oder eher die Hauptrepräsentanten betreffen. Im allgemeinen ist letzteres ohne Frage das Wahrscheinlichere; und nur der Umstand, dafs das Anwendungsgebiet namentlich der Bezeichnungen für chromatische Farben, wie wir gesehen haben, sich gar nicht an die gleichen Distanzen von den betreffenden Punkten am Farbenkörper, also die zugehörigen Kugelflächen zu halten scheint, läfst einigen störenden Einflufs auch des Dimensionengesichtspunktes vermuten. Unter solchen Umständen bleibt es jedenfalls statthaft und auch deutlich genug, der Helligkeits- oder Hell-Dunkel-Dimension terminologisch eine Rot-Grün-Dimension und eine Gelb-Blau-Dimension an die Seite zu stellen. Es ist dadurch keineswegs verlangt, dafs etwa die Gelb-Blau-Achse des Farbenkörpers ebenso in die gleichbenannte Dimension ganz und gar hineinfallen müfste wie die Weifs-Schwarz-Achse in die Helligkeits-Dimension. Ist die Position von der spezifischen Helligkeit, von der unten sogleich noch etwas eingehender gehandelt werden soll, im Rechte, so impliziert die verschiedene Helligkeit natürlich auch untereinander und von Null verschiedene Abstände von der die Gelb-Blau-Dimension repräsentierenden Achse des durch die natürlichen Dimensionen in den Farbenraum gelegten Koordinatensystems.

§ 6. Die Farbenelemente und die psychologische Farbenmischung.

Den Wert der hier kurz dargelegten Auffassung habe ich sozusagen an mir selbst erfahren, und um ihn aufzeigen zu

können, sei mir der Hinweis auf die sonst sicher völlig belanglose Tatsache gestattet, dafs erst diese Auffassung mich in die Lage versetzt hat, einer der verbreitetsten Positionen aufserwissenschaftlicher wie wissenschaftlicher Farbenlehre gegenüber, nachdem ich ihr in Wort und Schrift wiederholt als einer in sich widerstreitenden Annahme entgegengetreten bin, den Standpunkt entgegenkommenderen Verständnisses, ja sogar bedingter Zustimmung einnehmen zu können. Bekanntlich ist nichts gewöhnlicher, als den eben berührten Gegensatz der Haupt- und Nebenfarben als den der einfachen und Mischfarben zu charakterisieren und auch sonst mit der Anwendung der Mischungsgedanken bereits auf rein psychologischem Gebiete nichts weniger als haushälterisch zu sein. Dem meinte ich, und keineswegs ich allein, unter Inanspruchnahme der stärksten apriorischen Evidenzen entgegenhalten zu müssen, dafs genau an derselben Stelle genau zur selben Zeit etwa Rot und Blau zu sehen oder auch einzubilden, so unmöglich sei wie ein rundes Viereck, — dafs jeder ausreichend energisch unternommene Versuch, die Aufgabe anschaulich zu lösen, zur Einsicht in die Absurdität der darin gestellten Zumutung führe, und dafs umgekehrt keine Analyse im Violett reines Rot und reines Blau herauszufinden im stande sei, indem man in Violett nicht etwa sowohl Rot als Blau, sondern weder Rot noch Blau dafür aber ein zwischen Rot und Blau liegendes Drittes vor sich hat. Dafs dies so oft aufser acht geblieben ist, darf ohne Zweifel in vielen Fällen, so insbesondere in Bezug auf Grün den verschiedensten Mifsverständnissen zugeschrieben werden, von denen sich auch Träger illustrer Namen nicht immer frei zu halten vermocht haben. Im ganzen mufs aber doch der Umstand, dafs eine der klarsten Einsichten so vielen zweifellos Urteilsfähigen anscheinend nicht zugänglich ist, einige Unsicherheit darüber wachrufen, ob die Verschiedenheit des Evidenzzustandes nicht etwa irgendwie auf Verschiedenheit des Gemeinten zurückgehe, so dafs an der Opposition gegen etwas so allgemein Acceptiertes am Ende doch ein Mifsverständnis seitens des Opponierenden die Schuld tragen könnte. Solchen Gedanken gegenüber verspüre ich es heute als eine Art Erleichterung, sagen zu dürfen: ich kenne nun einen Gesichtspunkt, unter dem auch ich ein im gewissen Sinne aus Rot und Blau bestehendes und insofern, wenn man so sagen will, gemischtes Violett auszudenken, ja sogar mir anzueignen vermag. Es soll

versucht werden, diesen Gesichtspunkt im folgenden kurz zu präzisieren.

Zuvörderst sei daran erinnert, dafs die Glieder einer mehrdimensionalen Mannigfaltigkeit unmöglich im strengen Sinne einfach sein können. Ist etwa ein A und ein B in denselben zwei Dimensionen variabel, so liegt darin die Möglichkeit, dafs das A dem B in der einen Hinsicht gleich, in der anderen Hinsicht ungleich befunden werde: zwei einfache Gegenstände aber können natürlich nicht voneinander zugleich verschieden und doch einander gleich sein. So viel Dimensionen also, so viel Bestandstücke, mag übrigens die Analyse gelingen oder nicht, und gleichviel, ob auch eine entfernte Aussicht besteht oder nicht, sich von den Bestandstücken in ihrer Isoliertheit eine anschauliche Vorstellung zu bilden. Niemand kann an einem Tone das Höhebestandstück und das Stärkebestandstück auseinander analysieren, niemand vollends Höhe ohne Stärke, Stärke ohne Höhe anschaulich vorstellen. Aber die beiden Dimensionen verraten sich an der gleichzeitig möglichen Gleichheit und Ungleichheit, nebenbei freilich auch an unserer Fähigkeit, die eine der beiden „Seiten" gegenüber der anderen einigermafsen zu vernachlässigen. In gleicher Weise garantiert die Dreidimensionalität des Farbenraumes für jede der in ihm lokalisierten Farben wenigstens drei Bestandstücke, obwohl unsere analytischen Fähigkeiten uns auch diesen gegenüber ganz und gar im Stiche lassen. Ich will sie, wenigstens für unsere nächsten Zwecke, als „Farbenelemente" bezeichnen, wobei kaum ausdrücklich bemerkt zu werden braucht, dafs sie etwa mit dem, was A. König unter spezieller Bezugnahme auf die Helmholtzsche Theorie als „Elementarempfindungen" benannt und berechnet hat[1], nicht das Geringste zu tun haben, — wahrscheinlich auch nichts mit den Elementarempfindungen in dem Sinne, in dem sie neuestens E. v. Oppolzer in die Farbentheorie einzuführen versucht[2], deren Würdigung wohl besser der Zeit vorbehalten bleibt, wenn der verdiente Astronom seine unter allen Umständen für die Psychologie höchst willkommenen Untersuchungen soweit veröffentlicht haben wird, dafs sich die Leistungen übersehen lassen, in denen

[1] Vgl. A. König u. C. Dieterici: „Die Grundempfindungen in normalen und anomalen Farbensystemen etc." *Diese Zeitschr.* 4, S. 241 ff.

[2] „Grundzüge einer Farbentheorie", erster Abschnitt. *Diese Zeitschr.* 29, S. 183 ff.

er selbst die Legitimation für seine anregende Konzeption erblickt.

Fragen wir nun unter diesen Voraussetzungen, wie es mit der Annehmbarkeit dessen bewandt ist, was man in dem oben gekennzeichneten Sinne als „Mischung“ der Nebenfarben aus den Hauptfarben ins Auge zu fassen pflegt und was wir im Gegensatz zu weiter unten [1] zu untersuchenden Tatsachen als „psychologische Farbenmischung“ bezeichnen könnten. Es handelt sich dabei nach allgemeiner Meinung um die Aufgabe, etwa Rot und Gelb an derselben Stelle des subjektiven Raumes zu empfinden oder sonst vorzustellen, und da kann ich fürs erste nach wie vor nicht absehen, wie ihr gegenüber in anderer Weise Stellung genommen werden könnte, als etwa gegenüber der Zumutung, einer sollte sich denselben Gegenstand zugleich genau vor sich und genau rechts von sich anschaulich vorstellen. Man kann sich nicht nur durch den Versuch davon überzeugen, daſs einer solchen Forderung nicht gerecht zu werden ist, sondern man sieht die Unmöglichkeit des Verlangten mit einer apriorischen Evidenz ein, wie sie uns nur unter besonders günstigen Umständen zugänglich ist.

Nun vermag uns aber gerade das Gleichnis aus dem eigentlichen Raume darauf aufmerksam zu machen, daſs der in Rede stehenden Forderung doch in irgend einer Weise Genüge zu leisten sein könnte. Denn wir können uns ja auch ein Ding anschaulich vorstellen, das zugleich vor uns und rechts von uns gelegen ist, nämlich eben vorn rechts. Erhellt daraus nicht, daſs die zuvor so nachdrücklich betonte Unvereinbarkeit der beiden räumlichen Bestimmungen doch nicht unter allen Umständen besteht, und sollte die Berufung auf „Umstände“, wenn einmal zulässig, nicht auch auf Daten des Farbenraumes zu übertragen sein? Aber eine Unverträglichkeit „unter Umständen“ wäre eine allzu seltsame Sache: unser Fall verlangt also doch eine etwas sorgfältigere Erwägung, und für diese bietet die durch die Mehrdimensionalität gewährleistete Mehrheit der Elemente — wir können hier so gut von „Raumelementen“ reden wie eben zuvor von „Farbenelementen“, — geeignete Hilfsmittel.

---

[1] Vgl. S. 76f.

Halten wir uns zunächst an den eigentlichen oder Örterraum. Gesetzt, ich stehe mitten in einem viereckigen Zimmer, einer der Wände zugekehrt. Ist es da einigermafsen genau zu sagen, dafs die vordere Zimmerecke rechts die Ortsbestimmungen in sich vereinige, welche eine gewisse Stelle der Wand vor mir und eine Stelle der Wand rechts von mir aufweist? Indem ich die Frage so stelle, fällt sofort wieder die Unverträglichkeit dieser beiden Ortsbestimmungen in die Augen und macht mich darauf aufmerksam, dafs, was ich kurzweg als „vor mir", mithin durch ein Tiefendatum, und was ich kurzweg als „rechts von mir", also durch ein Breitendatum bezeichne, doch auch noch nach den bezüglichen beiden anderen Dimensionen des Raumes determiniert sein wird. Handelt es sich im besonderen Falle um Stellen im Zimmer, die gleich „hoch" sind, so kann vom übereinstimmenden Höhendatum hier der Einfachheit wegen abgesehen werden. Dann bedeutet aber immer noch „vor mir" eine bestimmte Tiefe t nebst einem bestimmten Breitenwerte b — „Breite" natürlich nicht etwa als Strecke verstanden —, ebenso „rechts von mir" eine bestimmte Breite b' zusammen mit einer bestimmten Tiefe t', die Stelle an der Zimmerecke aber trägt dann das Tiefendatum t zusammen mit dem Breitendatum b' an sich, nicht aber etwa sowohl die Doppelbestimmung $b\ t$ als $b'\ t'$. Man könnte freilich fürs erste meinen, das b der ersten und das t' der zweiten Bestimmung habe Nullwert, denn was gerade vor mir ist, ist weder rechts noch links, was gerade neben mir ist, weder vorn noch hinten: darum entfalle in diesen speziellen Fällen das betreffende Datum, und was übrig bleibe, das sei dann in der Ortsbestimmung der Zimmerecke vereinigt. Aber gerade der Umstand, dafs die Orte, die in die Mitten der beiden Wände fallen, nicht an Einem Ort zusammentreten können, beweist, dafs sie durch mehr bestimmt sind als durch das, was sich in der Ortsbestimmung der Ecke tatsächlich vereinigt vorfindet. Aufserdem aber bedeutet ein Koordinatenwert Null doch etwas ganz anderes als Nichtvorhandensein einer Bestimmung. Das anscheinende Rätsel der Vereinigtheit des Unvereinbaren löst sich also in sehr einfacher Weise, wenn man in Rücksicht zieht, dafs das Unvereinbare gewisse Komplexe, das Vereinigte aber gewisse Bestandstücke derselben sind, denen für sich eben gar keine Unvereinbarkeit zukommt.

Die Anwendung auf den Farbenraum gestaltet sich nun sehr

einfach. Was wir als das reine Rot und das reine Gelb kennen, ist so unverträglich wie die Komplexe *b t* und *b' t'* im obigen Beispiel. Aber dieses Rot und Gelb kann vermöge seiner Position in einem dreidimensionalen Kontinuum nicht einfach sein, und sehen wir von dem durch die Helligkeitsdimension geforderten Farbenelemente im Interesse gröſserer Einfachheit ab, so bleibt an jeder dieser beiden Farben immer noch ein Rot-Grün-Element *r* resp. *r'* und ein Gelb-Blau-Element *b* resp. *b'* — ich vermeide den Buchstaben *g* wegen der Gefahr, Gelb und Grün zu verwechseln — übrig. Natürlich wird dann auch *r* mit *b'* ohne weiteres verträglich sein können, und was wir eben als psychologische Mischung bezeichnet haben, braucht nicht als das Zusammentreten von reinem Rot und reinem Gelb verstanden zu werden: es genügt, die für sich unvorstellbaren Farbenelemente *r* und *b'* als daran beteiligt in Anspruch zu nehmen. Die gewöhnliche Auffassung, die im reinen Rot und Gelb die Elemente *b* und *r'* übersieht, nimmt natürlich auch keinen Anstand, die Elemente *r* und *b'* für reines Rot und reines Gelb gelten zu lassen.

Wie man sieht, impliziert diese Auffassung und legitimiert zugleich, falls sie sich bewährt, die Voraussetzung, daſs sowohl die Rot-Grün-Dimension als die Gelb-Blau-Dimension je eine Bestimmung aufweist, die weder für Rot noch für Grün resp. weder für Gelb noch für Blau genommen werden darf, gleichwohl aber auch nicht etwa als Negation einer in diese Dimension fallenden Bestimmtheit anzusehen ist. Jede dieser beiden Dimensionen schlieſst also einen Neutralitätswert in sich, dessen Beschaffenheit wir aber auf direktem Wege nicht zu erfassen vermögen. Indirekt läſst sich über diese beiden Werte sagen, daſs sie zusammen Grau ergeben, das je nach der hinzutretenden Helligkeitsbestimmung eventuell sich auch als Weiſs oder Schwarz darstellen kann, und geradezu „neutrales Grau“ genannt wird, wenn auch die Helligkeitsdimension durch ihren Neutralitätswert vertreten ist. Vielleicht daſs das Zusammentreffen von wenigstens zwei Neutralwerten die ausgezeichnete Stellung begründet, die der Weiſs-Schwarz-Linie eigen ist: mindestens stimmt damit ganz gut die Tatsache, daſs das Zusammentreffen des Neutralitätswertes der einen mit einem einigermaſsen extremen Werte der anderen Dimension ebenfalls einen ausgezeichneten Fall konstituiert, jene „Reinheit“ die man eventuell

ungezwungen von jeder Hauptfarbe, nicht leicht dagegen etwa von einem Violett oder Blaugrün behaupten kann. Mitgegebensein der Helligkeitsneutralität ist dabei nicht unerläfslich, aber günstig. Es steht zu dieser auszeichnenden Funktion der Neutralitätswerte in seltsamem Gegensatz, dafs man einer solchen „reinen Farbe", etwa reinem Rot, sozusagen auf dessen unmittelbaren Aspekt hin am liebsten die der anderen Dimension zugehörige Komponente ganz absprechen, d. h. ihr statt Neutralitätswert Nullwert zuerkennen möchte. Das Raumanalogon hat gezeigt, warum diese Auffassung ausgeschlossen ist. Vielleicht aber läfst sich vermuten, dafs für das Aussehen eines Komplexes, auch wenn er sich nicht durch Isolierung der Bestandstücke zerlegen läfst, ein Bestandstück mehr, ein anderes weniger zu bedeuten hat, oder auch sich das eine einer gewissen analytischen oder abstraktiven Bevorzugung weniger, das andere mehr widersetzt. Man könnte in diesem Sinne dann im allgemeinen den Extremwerten einer Dimension mehr, den Neutralitätswerten und ihrer nächsten Umgebung weniger an intellektueller Zugänglichkeit, wenn man so sagen darf, zuerkennen. Wahrscheinlich macht dieser Vorzug, in besonderem Mafse charakteristisch zu sein, auch den Kern dessen aus, was der Begriff der Sättigung hervorhebt, die den Werten einer Dimension in um so höherem Grade zukommt, je extremer sie sind. Ob es mehr als konventionell ist, dafs der Terminus „Sättigung" auf Weifs und Schwarz die analoge Anwendung wie auf die anderen Extreme und deren Zusammensetzungen nicht zu gestatten scheint, mufs hier ununtersucht bleiben.

Überhaupt aber sind die eben versuchten Aufstellungen augenscheinlich noch viel zu primitiv, als dafs an deren Durchführung mehr ins einzelne hinein bereits hier geschritten werden dürfte. Manches wird in dieser Sache wohl schon von einer Weiterentwicklung der Komplexionstheorie[1] zu hoffen sein: denn der blofse Rückschlufs von der Dimensionenzahl auf die Elementenzahl ist, solange man sich weder über die Beschaffenheit noch über die Zusammensetzungsweise dieser Elemente etwas einigermafsen Präzises denken kann und daher halb unbewufst immer wieder die Analogie materieller Teile zu Rate

[1] Erste Aufstellungen zu einer solchen vgl. in meiner Abhandlung „Über Gegenstände höherer Ordnung etc.", *diese Zeitschr.* 21, S. 189 ff.

zieht, doch noch ein recht rohes Verfahren. Unter solchen Umständen begnüge ich mich hier damit, nur die Antwort auf die Ausgangsfrage des gegenwärtigen Paragraphen noch einmal kurz zu formulieren. Die Frage war diese; sind die sogenannten Mischfarben wirklich aus den Hauptfarben zusammengesetzt, so dafs, wer Orange empfindet oder sonst irgendwie vorstellt, zugleich reines Rot und reines Gelb empfindet resp. vorstellt? Die Antwort lautet: Rot und Gelb, wie wir sie aus unseren Empfindungen kennen, bleiben unverträglich; aber sie sind nicht einfach im strengen gegenständlichen Sinne des Wortes, und ihre Komponenten können in geeigneten Kombinationen ganz wohl miteinander verträglich sein. Kann man zudem in der Regel nur den extremeren, d. h. ausreichend gesättigten Farbenelementen charakterisierende Bedeutung für die aus ihnen zusammengesetzte Farbe beimessen, so ist verständlich, dafs man leicht meinen kann, in einer sogenannten Mischfarbe Rot und Gelb, jedes in seiner Totalität zu sehen, indes es nur die vorzugsweise charakteristischen Elemente dieser Hauptfarben sind, die sich aus jener Mischfarbe in gewissem Sinne herausfinden lassen. Was daher oben psychologische Mischung genannt wurde, verdient diesen Namen höchstens im Hinblick auf das Zusammentreten der Farbenelemente, nicht aber in Bezug auf die Hauptfarben, die in ihrer Totalität in ein solches „Gemisch“ niemals eingehen können. Da man aber von Farbenmischung doch stets mit Bezugnahme auf wirkliche und nicht blofs auf hypothetische Farben redet, so wird der Klarheit nach wie vor am besten durch die Behauptung gedient sein: Psychologische Farbenmischung gibt es nicht. Eben darum ist aber auch der Begriff der „Mischfarbe“, sofern er im Gegensatz zur „Hauptfarbe“ verstanden ist, streng genommen ein unberechtigter: denn in dem Sinne, in dem jene gemischt heifsen dürfen, sind es auch diese, und nur in der Beschaffenheit der Elemente liegt der Unterschied.

Mufs sonach die Unverträglichkeit des uns empirisch bekannten Rot mit dem uns empirisch bekannten Gelb aufrecht bleiben, so läfst die Berücksichtigung der Farbenelemente doch zugleich auch verstehen, warum die Unverträglichkeit von Rot und Grün oder die von Gelb und Blau noch einen ganz anderen Charakter aufweist. Hier sind die uncharakteristischen Elemente nicht nur verträglich, sondern sogar gleich: dafür macht sich

die Unvereinbarkeit in den charakteristischen Elementen um so nachdrücklicher geltend, die ja verschiedene Bestimmungen einer und derselben Dimension repräsentieren. Darum ist auch nicht einmal der Schein anzutreffen, als ob einmal in irgend einer Farbe komplementäre Farben vereinigt auftreten könnten. Auffallenderweise ist der nämliche Schein innerhalb der Helligkeitsdimension offenbar nicht in gleichem Mafse ausgeschlossen, wenigstens nicht, wenn die beiden anderen Dimensionen durch neutrale Bestimmungen vertreten sind: im Grau hat man ja oft sowohl Weifs als Schwarz zu sehen gemeint. Ich kann auch hier über die Unverträglichkeit nicht hinauskommen, obwohl ich den Schein des Gegenteils mir nicht einmal unter Bezugnahme auf verträgliche Elemente verständlich zu machen vermag.

§ 7. In Sachen der „spezifischen Helligkeit“.

Es braucht sicher nicht erst ausdrücklich hervorgehoben zu werden, dafs die begrifflichen Konzeptionen, auf die wir durch die Natur des Farbenraumes hingedrängt worden sind, in der Hauptsache keineswegs sich mit denjenigen decken, in denen die psychologische resp. psychophysische Farbentheorie sich normalerweise zu bewegen pflegt. Auch ihr ist es darum zu tun, die Mannigfaltigkeit der Farben, diesmal aber der im Farbenkörper zusammengefafsten wirklichen Farben, auf relativ einfachere Farbendaten zurückzubeziehen. Aber diese „Grundempfindungen“ sind vor allem nichts weniger als Farbenelemente im obigen Sinne: denn sie sind von Haus aus jederzeit wenigstens nach zwei Dimensionen fest bestimmt, nach der dritten, der Helligkeit, aber nicht etwa unbestimmt, sondern nur variabel. Dann aber sind diese sogenannten Empfindungen bei näherer Erwägung weder als Empfindungen noch als Vorstellungen im engeren Sinne aufrecht zu erhalten und daher einer bestimmten Farbe als ihrem Gegenstande nur in eigentümlich indirekter Weise zugeordnet. Es hat dies darin seinen Grund, dafs dergleichen Grundempfindungen eben nicht Empfindungen von Farbenelementen sind, daher ein Zusammentreten derselben im Sinne einer „psychologischen Mischung“ wegen der oben wiederholt berührten Unverträglichkeit aller nach sämtlichen Dimensionen bestimmten Farbendaten ausgeschlossen ist. Dieser, wenn ich recht sehe, noch lange nicht allgemein genug gewürdigte Mangel ist ohne erheblichen Nachteil für die sonstige Ausgestaltung der Theorie zu beseitigen, indem man nicht „Grund-

empfindungen“ zu neuen Ergebnissen zusammentretend denkt, sondern Erregungen, die psychologisch dadurch bestimmt sind, dafs sie, wenn sie allein zur Geltung kommen oder kommen könnten, psychisch von Empfindungen bestimmter gegenständlicher Beschaffenheit begleitet sind oder begleitet wären. Man hat es also streng genommen zunächst mit „Grunderregungen“ zu tun, kann aber ihre möglicherweise blofs fiktiven Empfindungskorrelate ganz wohl, ja mit mancherlei Vorteil auch noch weiterhin als „Grundempfindungen“ bezeichnen, wenn man sich nur des Sinnes, in dem dies geschieht und allein geschehen kann, ausreichend deutlich bewufst bleibt. Diese immerhin etwas ungewöhnlich definierten Grundempfindungen also, genauer die Grunderregungen, machen das mehr oder minder hypothetische Material aus, des sich die Farbentheorien zu bedienen pflegen, um die schon bei den Mischungstatsachen in seltsamster Verschlingung auftretenden Beziehungen zwischen Farbenreiz und Farbenempfindung Gesetzmäfsigkeiten von ausreichend durchschlagender Allgemeinheit unterzuordnen. Ihr Zusammentreten denkt man sich mehr oder minder genau dem Paradigma der gewöhnlichen Farbenmischung nachgebildet: aber auch die Beschreibung des psychologisch Tatsächlichen stellt sich bereits sozusagen mit Vorliebe in den Dienst des Mischungsgedankens. Man spricht vom „Anteil“ des achromatischen Momentes gegenüber dem chromatischen, bezieht ihn unter dem Namen der „Sättigung“ speziell auf dieses letztere, fafst, was am chromatischen Momente ohne Hereinziehung des Achromatischen variabel ist oder scheint, unter dem Namen des „Farbentones“ zusammen, so dafs in Farbenton und Sättigung sich jene zwei Scheindimensionen darbieten, von denen bereits oben die Rede war u. s. f.

Den Konzeptionen dieser Art habe ich im Vorhergehenden den Versuch einer den natürlichen Dimensionen des Farbenraumes, die selbstverständlich auch die des Farbenkörpers sind, zugewandten Betrachtungsweise keineswegs in der Absicht gegenübergestellt, um jene durch diese zu verdrängen, wohl aber in der Erwartung, ein kurzes Verweilen bei der letzteren könnte insbesondere dort, wo eine der natürlichen Dimensionen sich schon in der Auffassung des täglichen Lebens und nicht minder der Farbenpsychologie längst durchgesetzt hat, Unklarheiten fernhalten helfen, die zunächst in der Verkennung der Eigenart jener Dimensionsbegriffe ihren Grund haben dürften. Ich

habe dabei natürlich die einzige von den drei Dimensionen im Auge, von der bereits oben hervorzuheben war, dafs sie einen volkstümlichen Namen besitzt, die Helligkeit. Dafs gerade bei ihr die Farbenlehre immer wieder Schwierigkeiten antrifft, daran dürfte doch in hohem Mafse der Umstand beteiligt sein, dafs das achromatische Moment, der Gegensatz von Weifs und Schwarz, mit der Helligkeit immer wieder in eines zusammenzufliefsen scheint. Insbesondere dürfte ein sorgfältiges Auseinanderhalten dieser beiden Dinge in der Frage nach der sogenannten „spezifischen Helligkeit" über manches Bedenken hinweghelfen, das namentlich in den polemischen Ausführungen von G. Martius zum Worte gelangt ist. Einige Bemerkungen zu dieser vielverhandelten Sache mögen daher hier ihre Stelle finden.

Vor allem kann ich unter Berufung auf das in den beiden vorhergehenden Paragraphen Dargelegte in der Konzeption des Begriffes der spezifischen Helligkeit keineswegs einen „Schönheitsfehler" der Heringschen Theorie [1] finden, sondern eben nur den Ausdruck der Tatsache, dafs jeder Farbe ihrer Natur nach eine Stellung im Farbenraume, also auch eine Bestimmtheit in Betreff der Helligkeitsdimension eigen ist. Wäre freilich Helligkeit etwa ebenso für Weifslicheit zu nehmen, als Sättigung das Gegenteil von Graulichkeit im weitesten Wortsinne ist, handelte es sich mit Einem Worte bei Helligkeitsbestimmungen um etwas wie Mischlinien, an deren einem Ende das für sie alle charakteristische Moment gestellt zu denken wäre, dann wäre es freilich ein theoretischer Mangel, wenn dieses charakteristische Moment nun plötzlich auch am anderen Ende solcher Mischlinien wieder auftauchte. Aber so verbreitet auf dem Farbengebiete derlei den Mischungsgedanken entweder implizierende oder ihm doch auffallend nahestehende Begriffe sonst sind, der Helligkeitsbegriff gehört eben nicht dazu und mag ganz geeignet sein, uns daran zu erinnern, dafs unter dem Gesichtspunkte der Mischung für sich allein, ich meine durch Mischung ganz beliebig zusammengestellter Komponenten, noch lange kein Farbenkörper, d. h. ein Gebilde zu gewinnen wäre, das in einem einigermafsen natürlich beschaffenen Farbenraume Platz hätte. Vielmehr müssen die Grundempfindungen, ich meine die in ihrer Isoliertheit wie immer fiktiven psychischen Korrelate der durch die Theorie ver-

[1] G. Martius: „Beiträge zur Psychologie und Philosophie", Bd. I, S. 152.

langten Grunderregungen, ihrer Natur nach, wie schon oben berührt, bereits einen ganz bestimmten Ort im Farbenraume besitzen, wenn der Zurückführung auf sie nicht der ganze Vorzug psychologischer Natürlichkeit verloren gehen soll, der die Grundgedanken der Heringschen Position gerade demjenigen, der von der psychologischen Empirie herkommt, so sehr empfiehlt. Freilich, dafs es gerade diese 6 Punkte sein müssen aus der unendlichen Mannigfaltigkeit des sozusagen vorgängig Gleichmöglichen, das ist eine Last für die Theorie und man wird anerkennen müssen, dafs etwa die Wundtsche „Stufentheorie“[1] von dieser Last relativ frei ist. Ich kann zur Zeit nicht daran zweifeln, dafs die Last durch die Leistungen der Heringschen Theorie um vieles mehr als aufgewogen wird: um so weniger hat man Anlafs, sich über die Unvermeidlichkeit der in Rede stehenden Voraussetzung hinwegzutäuschen. Insofern hat also auch das „Urblau“, „Urgrün“ etc. ganz unvermeidlich seine Helligkeit sozusagen noch vor aller Theorie oder als Voraussetzung derselben und dafs diese Helligkeit gerade die Mitte halten müfste zwischen der von Weifs und Schwarz, das anzunehmen, dafür fehlt vorgängig jeder Grund. Ob es also wirklich so oder ob es anders ist, darüber kann nur die Erfahrung und deren richtige Deutung Aufschlufs geben.

Und da mufs ich denn in der Tat vor allem einräumen, dafs ich gegen die von Martius in Anspruch genommene Möglichkeit, die Hillebrandschen Versuche[2] anders als zu Gunsten der spezifischen Helligkeit zu deuten[3], keine Einwendung zu erheben wüfste. Aber eben so wenig konnte ich mich bisher davon überzeugen, dafs die Ergebnisse der Martiusschen „Nachbildmethode“[4] nur auf die Weifsvalenz bezogen werden dürften und nicht auf die Helligkeit, die sich dann immer noch aus der Helligkeit des Weifsanteils und der des chromatischen Anteils zusammensetzen könnte. Weit eher schiene mir da die von Martius nur nebenbei erwähnte[5] Tatsache ins Gewicht zu fallen, dafs die Helligkeit komplementärer Gemische von der Helligkeit ihrer

---

[1] Physiolog. Psychologie, 5. Aufl., Bd. II, S. 242 ff.

[2] „Über die spezifische Helligkeit der Farben“, *Sitzungsberichte der k. Akademie d. Wiss., Wien, Math.-nat. Kl.*, 98, Abt. III, S. 89 ff. Wien 1890.

[3] a. a. O. S. 150.

[4] a. a. O. S. 132 ff.

[5] a. a. O. S. 153.

Komponenten in einer Weise abhängig ist, die bei Voraussetzung spezifischer Helligkeiten diese letzteren für mitbeteiligt zu halten zwingt, obgleich die chromatischen Effekte selbst sich wegen des Antagonismus der Gegenfarben aufheben sollen. Nun ist aber die Vorstellung, die man sich bisher gerade von diesem Antagonismus hat machen können, eine ungemein schwankende: die Möglichkeit, dafs trotz desselben von den Wirkungen der betreffenden Reize noch etwas übrig bleiben könnte, wird daher derzeit keinesfalls von der Hand zu weisen sein. Dazu kommt aber vielleicht noch ein anderes. War ich oben im Rechte, für die Position der Komplementärfarben zueinander und zum Grau eine innere Notwendigkeit zu postulieren, für die uns nur die unmittelbare Evidenz abgeht oder schwer zugänglich ist [1], dann ist streng genommen, wie noch unten zu berühren sein wird [2], der Mischungseffekt komplementärer Lichter durch die Annahme eines Antagonismus sozusagen übererklärt, daher vielleicht die ganze Annahme zu entbehren. Wie dem aber auch sei, die spezifischen Helligkeiten scheinen mir unter den gegebenen Umständen auch von dieser Seite nicht bedroht, wenn ihre theoretische Position nur sonst eine ausreichend gute ist. Und ich würde dann auch keinen Anstand nehmen, mir die Ebbinghausschen Mischungsversuche [3], wenigstens die an Farbentüchtigen, durch Bezugnahme auf den Anteil der spezifischen Helligkeit der Komponenten am Mischungsergebnis verständlich zu machen.

Von der erwähnten theoretischen Position aber, in der sich die spezifische Helligkeit befindet, scheint mir folgendes zu sagen: Das Ergebnis der Nachbildmethode formuliert G. Martius selbst in den Worten: „Die Helligkeitskomponente der farbigen Empfindungen ist eine Funktion der Lichtstärke, und zwar nimmt die Helligkeit der Farbenempfindungen des langwelligen Teiles des Spectrums mit abnehmender Lichtstärke stetig ab, die Helligkeit der kurzwelligen Farben dagegen zu bis zu dem Werte, welcher bei minimaler Lichtstärke und Wegfall der farbigen Komponente gewonnen wird.“ [4] Hier möchte ich vor allem statt „Helligkeitskomponente“ etwa „Helligkeit“ kurzweg sagen, da

[1] Vgl. oben S. 6f.

[2] Vgl. unten S. 45.

[3] *Diese Zeitschr.* 5, S. 168ff., auch Psychologie I, S. 259f.

[4] Beiträge zur Psychol. und Philos. Bd. I, S. 170.

aus oben angegebenen Gründen die Helligkeit jedenfalls keine Komponente im Sinne einer Mischungstheorie ist, von den im Sinne einer solchen Theorie zulässigen Komponenten aber vor näherer Untersuchung keine den Vorzug in Anspruch nehmen dürfte, etwa ausschliefslicher Träger des Helligkeitsmomentes zu sein. Vielmehr hat man sozusagen die Wahl, ob man, obwohl das Helligkeitsmoment weder der achromatischen noch der chromatischen Wirkung des Farbenreizes fehlt, für die im Sinne der obigen Gesetzmäfsigkeit sich vollziehende Veränderung nur die achromatische oder nur die chromatische Seite des Tatbestandes oder schliefslich beide verantwortlich machen möchte. Genauer steht es nun so: Steigt ein Farbenreiz von minimaler Stärke angefangen zu mittleren Stärken an, so beobachtet man einerseits allenthalben ein Hervortreten des chromatischen gegenüber dem achromatischen Anteil im Sinne einer Sättigungssteigerung der betreffenden Farbe, aufserdem aber bei langwelligen Lichtern gleichsam ein Voraneilen, bei kurzwelligen ein Zurückbleiben der im allgemeinen ansteigenden Helligkeit. Dies kann ohne Zweifel in der Weise zu stande kommen, dafs alle Farben die nämliche und auch konstante Helligkeit aufweisen — etwa in der Mitte zwischen Weifs und Schwarz —, indes eine angemessene Veränderung am achromatischen Anteil jedesmal für den durch die obige Gesetzmäfsigkeit verlangten Helligkeitserfolg sorgt. Die verschiedenen Lichter hätten dann zugleich die beiden Eigenschaften, einmal beim Ansteigen innerhalb gewisser Grenzen stets sowohl ein absolutes, als ein relatives Ansteigen auch der farbigen Erregung mit sich zu führen, ferner je nach Wellenlänge bald ein relatives Mitansteigen der farblosen Erregung, bald ein relatives Zurückgehen derselben, ohne dafs zwischen diesen beiden Eigenschaften ein engerer Zusammenhang statuiert würde. Nun ist aber die Vermutung eines solchen Zusammenhanges unter den gegebenen Umständen doch aufserordentlich nahe gelegt, genauer also die Vermutung, dafs die Rot- und Gelb-Erregung die Weifs-Erregung begünstige, die Grün- und Blau-Erregung sie beeinträchtige. Weiter ist aber ein solches Begünstigen und Beeinträchtigen zwischen den prinzipiell voneinander unabhängig gedachten Erregungen viel weniger plausibel als die Annahme, es handle sich hier überhaupt nicht so sehr um die Weifs-Erregung als um den Helligkeitseffekt, und dieser werde nicht von Seite der achromatischen

Erregung her im Sinne der obigen Gesetzmäfsigkeit bestimmt, sondern dadurch, dafs die mit jeder Farbe gegebene Helligkeit nicht für alle Farben gleich, sondern vermöge ihrer Beschaffenheit der Gesamterhellung das eine Mal günstig, das andere Mal ungünstig ist, ein Einflufs, der natürlich um so mehr zur Geltung kommen mufs, je stärker sich das chromatische Moment gegenüber dem achromatischen geltend macht. So komme ich zu dem Ergebnisse, dafs es gerade unter Voraussetzung der von Martius selbst aufgestellten Gesetzmäfsigkeit doch immer noch am plausibelsten ist, zu vermuten, dafs den Farben Rot und Gelb eine natürliche, d. h. bereits in der Natur der betreffenden Erregungen gelegene Helligkeit über, ebenso den Farben Grün und Blau eine eben solche Helligkeit unter der Helligkeitsmitte eigen ist.

Nun darf aber schliefslich auch nicht unerwähnt bleiben, dafs mir Herings Aufstellung in Betreff der spezifischen Helligkeit nicht erst durch Hillebrands fein erdachte, aber immerhin keinen ganz einfachen Erwägungen entsprungene Versuche glaubhaft geworden ist, sondern durch die direkte Beachtung der Natur des möglichst gesättigten Gelb und Blau. Die natürliche Helligkeit dort, die natürliche Dunkelheit hier ergibt sich freilich aus Beobachtungen, denen viel von der Strenge des exakten psychologischen Experimentes fehlen mag, die aber letzterem an Überzeugungskraft leicht überlegen sein können. Vielleicht tut auch die gleichfalls noch sozusagen vorexperimentelle Erfahrung, dafs man nicht leicht dunkles Gelb oder helles Blau von erheblicher Sättigung antrifft, das Ihre: kurz ich meine, die spezifische Helligkeit der Farben kann man, wenn man nur erst einmal darauf aufmerksam gemacht worden ist, sozusagen den Farben direkt ansehen, und auch nachträgliche theoretische Erwägung hat keinen Grund, gegen das Zeugnis direkter Empirie hier Bedenken zu erheben.

§ 8. Der Farbenkörper und die Farbentheorien.

Weist so bereits die vorexperimentelle Erfahrung auf den oben erwähnten Ebbinghausschen Farbenkörper, so könnte immerhin noch die Frage aufgeworfen werden, ob er ihr auch wirklich durchaus Genüge leistet. Was berechtigt uns insbesondere zu der Annahme, das gesättigte Rot, Gelb etc. könne nur in Einer Helligkeit vorkommen oder komme wenigstens tatsächlich nur in Einer Helligkeit vor? Es hat mir auf Grund dieser Erwägung

lange eine unabweisliche Forderung geschienen, die die Grundfläche des in Rede stehenden Farbenkörpers begrenzenden Kanten durch Ebenen parallel zur Weiſs-Schwarz-Achse zu ersetzen, was ein Prisma zwischen zwei Pyramiden ergäbe. Der Grund, um deswillen ich hiervon wieder zurückgekommen bin, mag verdienen, an dieser Stelle als Beleg dafür namhaft gemacht zu werden, daſs der Farbenkörper so wenig apriorischer Natur ist, daſs in seiner Gestalt sogar jene Verarbeitung der Empirie zur Geltung zu kommen scheint, die wir unter dem Namen einer „Farbentheorie" zusammenzufassen pflegen. Daſs mir als solche zur Zeit die Heringsche am nächsten steht — selbstverständlich immer mit dem Vorbehalte beliebig weit gehender Modifikationen auf Grund etwa zu gewinnender besserer Einsicht —, hat sich oben bereits ergeben, und wirklich scheint mir eigentlich erst unter Bezugnahme auf diese Konzeption die eben angeregte Umkonstruktion entbehrlich. Das psychische Korrelat der Blau-Erregung, das in seiner Reinheit freilich empirisch nicht vertreten sein wird, kann natürlich nur ein Punkt sein, nicht minder das Korrelat der Rot-Erregung; die Korrelate des Zusammenauftretens beider Erregungen aber müssen in der die beiden Punkte verbindenden Mischlinie liegen: die abgestumpften Ecken und Kanten tragen dann der Empirie Rechnung, weniger wie man sie konstatiert hat, als wie man sie sich unter den gegebenen theoretischen Voraussetzungen erwartet. Die oben erwähnten Ebenen senkrecht zur Schwarz-Weiſs-Achse zu Grenzflächen zu machen, hat man kein direkt der Empirie entnommenes Recht: der Theorie gegenüber steht aber immer zu vermuten, daſs solche Flächen, soweit die Bewegung innnerhalb derselben einmal wirklich der Erfahrung begegnen sollte, im Inneren des Farbenkörpers liegen und durch geeignet geführte Schnitte zu erhalten sind.

Es liegt nahe, im gegenwärtigen Zusammenhange nun auch die Frage aufzuwerfen, wie denn etwa der Anhänger der Young-Helmholtzschen Theorie sich den Farbenkörper auszugestalten hätte. Authentisches hierüber liegt, so viel mir bekannt, literarisch nicht vor, was seinen Grund wohl zunächst darin haben wird, daſs der Farbenkörper doch eigentlich erst in allerjüngster Zeit zu dem Ansehen in der Farbenpsychologie zu gelangen scheint, auf das er so wohlbegründeten Anspruch hat. Sehe ich aber recht, so dürfte die Young-Helmholtzsche Theorie sich

insbesondere der einen Konsequenz schwer entziehen können, zur Grundfläche des Farbenkörpers etwas zu nehmen, was dem Farbendreieck ziemlich nahe stehen müfste, wie es etwa zuletzt von F. Exner auf Grund der König-Dietericischen sowie auf Grund eigener Bestimmungen gezeichnet worden ist.[1] Sollte man sich aber seitens der Vertreter der in Rede stehenden Theorie dazu nicht recht entschliefsen können, so schiene mir hierin zunächst doch nur die Tatsache zur Geltung zu kommen, dafs diese Theorie unbeschadet der ebenso bewundernswerten als fruchtbringenden Arbeit, die auf ihre empirische Begründung und Ausgestaltung gewendet worden ist, doch von Natur eine erfahrungsfremde, in erster Linie aus dem Postulate der lex parsimoniae herausdeduzierte Konzeption bleibt. Am deutlichsten tritt das freilich in ihrer ursprünglichen Fassung zu Tage: die Zurückführung der Farbentöne auf Rot, Grün und Violett läfst in dieser Auswahl kaum die Spur eines Versuches erkennen, an die Eigenart der speziell in der psychologischen Empirie vorliegenden Tatsachen anzuknüpfen, obwohl es doch am Ende gerade diese waren, die es einigermafsen verständlich zu machen galt. Dann sind freilich die Früchte der erwähnten experimentellen Bearbeitung nicht ausgeblieben: insbesondere der Ersatz der Grundempfindung Violett durch Blau hat die Theorie den lebendigen Tatsachen bereits um vieles näher gebracht, und so wäre derzeit bei Übertragung des Farbendreiecks in den Farbenkörper ohne Zweifel der Ort des Gelb der Punkt, an dem der Konflikt mit der psychologischen Empirie sich am nachdrücklichsten Geltung erzwänge. Gegen Rot, Blau und Grün als „Grundempfindungen" ist nichts einzuwenden, aber was sie legitimiert, ist zunächst die Tatsache, dafs psychologisch bei Rot, Blau und Grün „prinzipiell begrenzte" Qualitätenreihen ihr Ende haben. Ist dem aber so, dann fordert Gelb gebieterisch eine paritätische Behandlung, und dann geht es auch nicht an, Rot, Gelb und Grün in Eine Gerade zu legen.

---

[1] „Über die Grundempfindungen im Young-Helmholtzschen Farbensystem". *Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. in Wien*, *math.-nat. Kl.*, **111**, Abteilung IIa. 1902. S. 15 des Sonderabdruckes.

§ 9. Zu F. Exners Bestimmung der Helmholtzschen Grundempfindungen.

Dafs übrigens trotz so prinzipiellen Dissenses die Theorien einander immer näher kommen, das belegt wohl am besten die erfreuliche Tatsache, dafs Untersuchungen die zunächst im Dienste einer ganz speziellen Theorie durchgeführt worden sind, sich bereits mehr als einmal auch der gegnerischen Theorie förderlich erwiesen haben. Das gilt z. B. von den erwähnten Königschen Versuchen zur Feststellung der Mischungskurve der Spektralfarben, die zum Zwecke der Ermittlung des Ortes dieser Farben im Farbenkörper auch für denjenigen von gröfstem Werte sein mufs, der diesen Körper im Sinne des Ebbinghausschen Entwurfes und insofern auch einigermafsen im Sinne Heringscher Voraussetzungen gestaltet denkt. Ebenso sind die in der oben erwähnten Abhandlung F. Exners veröffentlichten Untersuchungen ganz ausdrücklich auf Feststellung der Young-Helmholtzschen Grundempfindungen gerichtet. Es ist aber leicht zu erkennen, dafs das glücklich ersonnene Versuchsverfahren, das zu diesem Zwecke zu dienen bestimmt ist, auch ganz unabhängig von den besonderen theoretischen Voraussetzungen seinen Wert behält.

Das Verfahren fufst auf der Überlegung, dafs die Abschwächung einfacher oder aus quantitativ gleichen Teilen zusammengesetzter Reize resp. Erregungen um der Schwelle willen für den psychischen Erfolg anderes zu bedeuten haben wird als die Herabsetzung bei ungleich starken Komponenten. Während im ersteren Falle ein Anlafs zu einer Qualitätsänderung nicht ersichtlich ist, mufs in letzterem Falle eine solche eintreten, sobald eine Komponente unter die Schwelle sinkt. Exner gibt nun ein ebenso rasches als genaues Verfahren an, sich über den Erfolg der Abschwächung verschiedener spektraler Lichter zu orientieren. Bei Anwendung dieses Verfahrens findet man nun wirklich gewisse Punkte im Spektrum von der Abschwächung des Lichtes im obigen Sinne unabhängig und Exner meint diese Punkte mit den Schnittpunkten der Königschen Kurven identifizieren, zugleich zwei derselben darauf hin Helmholtzschen Grundempfindungen zuordnen, die beiden anderen endlich als Komplementärfarben zu zwei Grundempfindungen betrachten zu dürfen.

Lassen wir hier den dritten der vier Schnittpunkte (von links nach rechts gezählt), der dem Experimente tatsächlich Schwierigkeiten bereitet hat[1], aufser Betracht, so bedeuten die drei übrigen gemäfs der HELMHOLTZschen Theorie die Punkte des reinen Gelb, Grün und Blau. Nun hat aber natürlich jenes spektrale Gelb, das noch weder von Rot noch von Grün, ebenso das spektrale Grün, das noch weder von Gelb noch von Blau etwas an sich hat u. s. f. seine grofse Bedeutung für jede Theorie, und ein relativ einfaches Verfahren, an einem gegebenen Spektrum die betreffenden Stellen für ein gegebenes Subjekt zu bestimmen, ist unter den verschiedensten Gesichtspunkten eine höchst erwünschte Sache. Speziell vom Standpunkte der HERINGschen Theorie aus betrachtet fällt der von EXNER in der obigen Weise ermittelte Gelbpunkt und Blaupunkt fast genau mit den beiden Punkten zusammen, an denen die HERINGsche Rot-Grün-Kurve ihre Abszissenachse schneidet. Dagegen liegt der Schnittpunkt der Gelb-Blau-Kurve freilich unverkennbar rechts von dem durch EXNER bestimmten Grünpunkte. Darin kommt aber nur jene seltsame Blaulichkeit des HERINGschen Urgrün zur Geltung, die nebst der gleichen Eigenschaft des HERINGschen Urrot für mich noch einen von den einer Klärung am meisten bedürftigen Punkten der ganzen Konzeption ausmacht.[2]

Sieht man von der mangelhaften Übereinstimmung in betreff des Grünpunktes ab, identifiziert also EXNERS ersten, zweiten und vierten Punkt direkt mit dem HERINGschen Urgelb, Urgrün und Urblau, dann möchte ich geradezu so weit gehen, zu behaupten, dafs Prinzip wie Ergebnisse der EXNERschen Feststellungen[3] fürs erste ganz ebenso überzeugend für die HERINGsche wie für die HELMHOLTZsche Auffassung sprechen, so dafs es erst weiteren Versuchen zu überlassen sein dürfte zu entscheiden, ob sich ihren Ergebnissen gegenüber eine der

---

[1] a. a. O. S. 9.

[2] Einigermafsen im Gegensatze zu EBBINGHAUS, der hierauf nicht viel Gewicht zu legen scheint, vgl. dessen Psychologie Bd. I, S. 253, Anm. 2.

[3] Ähnlich steht es mit desselben Autors etwas später veröffentlichten Beiträgen „Zur Charakteristik der schönen und häfslichen Farben." *Wiener Sitzungsberichte* 1902, *Math.-naturw. Kl.*, **111**, Abt. IIa, in denen neben den HELMHOLTZschen Grundempfindungen auch Gelb in ausreichendem Mafse zur Geltung gelangt (vgl. insbesondere S. 9 f., 12 u. 21 des Sonderabdruckes), um den Gedanken an paritätische Behandlung aller vier Farben nahe zu legen.

beiden Theorien in merklichem Vorteile befinden mag und welche. Im allgemeinen wird man sich vom Unterschwelligwerden einer Komponente um so eher einen Einfluſs auf das psychische Ergebnis erwarten dürfen, je geringeres Gewicht die präsumtiv verschwindende Komponente gegenüber der zurückbleibenden besitzt. Vergleichen wir nun den Sachverhalt in der Umgebung des Gelbpunktes nach Hering und nach Helmholtz, so finden wir, daſs im Sinne der ersteren Auffassung links vom Gelbpunkte die Rot-, rechts davon die Grünkurve eben erst den Nullwert überschreitet, indes die Helmholtzsche Rot- und Grünkurve sich doch schon in recht ansehnlicher Entfernung von der Achse schneiden. Von Komponenten dieser Art eine unter die Schwelle zu bringen, muſs, falls man nicht sehr geringe Lichtstärken verwendet, ungleich mehr verlangen als der analoge Erfolg unter den Voraussetzungen der Heringschen Theorie. Tritt also die Farbentonänderung an den geeignet gewählten Nachbarpunkten bei verhältnismäſsig unbeträchtlicher Abschwächung der Helligkeit ein, so ist die Heringsche, erfolgt sie erst bei starker Herabsetzung, so ist die Helmholtzsche Auffassung näher gelegt. Genauere Angaben hierüber habe ich bei Exner nicht gefunden mit Ausnahme etwa der folgenden Bemerkung: „Die absolute Helligkeit ist bei diesen Versuchen innerhalb weiter Grenzen ohne Einfluſs, man muſs mit derselben nur merklich von der Grenze, wo Blendung beginnt, entfernt bleiben, und ebenso darf man mit derselben nicht so weit herabgehen, daſs die Erkennung des Farbentones des dunkleren Feldes die geringste Schwierigkeit bereitet.“ [1] Ist hier nicht etwa bloſs von der Stärke des zur Erzeugung des Spektrums verwendeten Lichtes die Rede, dann wäre dies einigermaſsen zu Gunsten Herings zu deuten. Gelegentlich einiger an einem Dispersionsspektrum vorgenommenen Versuche, die bei der Unzulänglichkeit der mir zur Zeit erreichbaren Versuchsanordnung zunächst nur auf eine Veranschaulichung des Exnerschen Verfahrens abzielen konnten, schien mir (und Herrn Dr. V. Benussi) der Farbenwandel erst bei einer Verdunklung einzutreten, bei der das genaue Agnoscieren des Farbentones schon etwas schwer zu werden begann, was also, falls diesen Versuchen überhaupt Beweiswert beizumessen wäre, einigermaſsen zu Gunsten Helmholtz' gedeutet werden könnte.

[1] „Über die Grundempfindungen etc.“ a. a. O. S. 9.

Für den Grün- und vollends für den Blaupunkt nimmt auch die Helmholtzsche Theorie relativ niedrige Ordinatenwerte in Anspruch, so dafs die Umstände hier einem Experimentum crucis im eben angegebenen Sinne weniger günstig liegen dürften. Vielleicht aber gestatten sie ein anderes, das, falls seiner beweiskräftigen Durchführung nicht die durch die Abdunklung so sehr erhöhte Unterscheidungsschwelle für Farbentöne im Wege stehen sollte, noch weit entscheidendere Instanzen zu bieten verspricht. Wie ein Blick auf die Exnersche Kurve [1] lehrt, kann es unter den von ihm gemachten Voraussetzungen nicht schwer fallen, etwa grünwärts vom Blaupunkte nach dem Rot-Anteile auch den Grün-Anteil, umgekehrt violettwärts vom Blaupunkte nach dem Grün-Anteil auch den Rot-Anteil unter die Schwelle zu bringen. Dann müfste im ersten Falle der qualitativen Bewegung nach links, wenn man kurz so sagen darf, wieder eine nach rechts, im zweiten umgekehrt der Rechtsbewegung eine Linksbewegung, jedesmals ein Übergang in die reine Grundempfindung folgen. Analoges wäre für den Grünpunkt zu erwarten. Die erwähnten Veranschaulichungsversuche im Grazer psychologischen Laboratorium haben von einer solchen rückläufigen Bewegung auch nicht die geringste Spur ergeben: natürlich hat aber das Nichteintreten eines präsumtiv erwarteten Tatbestandes um so weniger zu bedeuten, je unvollkommener die Versuche sind.

Von dem Austrage dieser Detailfragen ist der theoretische Wert der Exnerschen Versuche auch insofern unabhängig, als deren Resultate unter allen Umständen auf das Vorhandensein zusammengesetzter Grundlagen unserer Farbenempfindungen hinweisen. Insofern zeugen sie, um nochmals den von Wundt statuierten Gegensatz heranzuziehen, für eine Komponenten- und gegen eine Stufentheorie.[2]

---

[1] a. a. O. S. 12.

[2] Die Intention, auch diesen Gegensatz zu überbrücken, kommt neuestens in W. Wirths schöner Arbeit über den „Fechner-Helmholtzschen Satz über negative Nachbilder und seine Analogien“ zur Geltung, dessen dritter Teil (*Philosophische Studien* 18, vgl. insbesondere S. 654 ff.) unmittelbar vor Abschlufs des Manuskriptes der gegenwärtigen Abhandlung in meine Hände gelangt. Leider hindern mich äufsere Gründe, diesen Abschlufs so lange aufzuschieben, bis ich eine angemessene Würdigung der Wirthschen Untersuchungen, die in mehr als einer Hinsicht dem Interessenkreise der

§ 10. Ergebnisse.

Von dieser Digression über Farbentheorien wende ich mich wieder zum psychologischen Farbenkörper zurück, um im folgenden seinen Beziehungen zu einem der fundamentalsten Gesetze des Farbengebietes etwas näher zu treten. Vorher mag jedoch der Haupterlös der bisherigen Darlegungen in ein paar Sätzen zusammengefaſst sein:

1. Es empfiehlt sich, dem Farbenkörper einen Farbenraum gegenüberzustellen. Dieser ist der Inbegriff aller möglichen Farben wie jener der Inbegriff aller psychologisch wirklichen Farben, der Farbenvorstellungen oder besser vorgestellten Farben ist. Der Farbenkörper ist im Farbenraume und partizipiert insofern an dessen Eigenschaften.

2. Unser Wissen vom Farbenraume ist von Natur ebenso apriorisch wie unser Wissen vom eigentlichen Raume: es ist Farbengeometrie. Unser Wissen vom Farbenkörper ist von Natur empirisch und insofern Farbenpsychologie: doch ist apriorische Durcharbeitung des empirisch Gewonnenen hier so wenig ausgeschlossen wie sonst in den empirischen Wissenschaften.

3. Apriorischen Einsichten in die Beschaffenheit der Farbenmannigfaltigkeit kommt unsere intellektuelle Veranlagung vergleichsweise wenig entgegen. Man hat daher mit der Möglichkeit zu rechnen, daſs notwendige Zusammenhänge auch dort vorliegen, wo die Evidenz für solche sich nur in unvollkommener Weise einstellen will. Dies scheint insbesondere von den Relationen der Kontrast- oder Komplementärfarben zueinander zu gelten; die innere Notwendigkeit dieser Relationen aber könnte, wie noch zu berühren sein wird [1], der Beseitigung einiger fundamentaler Schwierigkeiten der Farbentheorie förderlich sein.

4. Die psychologische Empirie kommt beim Farbenkörper zunächst an dessen Grenzen zur Geltung, aber natürlich nur unter Voraussetzung schematisierender Vereinfachung der Daten, die sie bietet. Für den Ausfall des so zu gewinnenden Schemas ist die theoretische Ansicht, die dabei zu Grunde gelegt wird, nicht ohne Belang. Obwohl also der Farbenkörper eigentlich

---

gegenwärtigen Ausführungen nahe stehen dürften, diesen nutzbar machen könnte.

[1] Vgl. S. 45 f.

die Aufgabe hat, die Farbendaten der Empirie vor aller Theorie zu umfassen, wird es doch nahe liegen, ihn vom Standpunkte der YOUNG-HELMHOLTZschen Theorie anders zu konzipieren als vom Standpunkte der HERINGschen.

5. Von den drei Dimensionen, die der Farbenkörper wie der Farbenraum im Mindestfalle aufweist, führt nur die der Helligkeit einen gebräuchlichen Namen; doch sprechen gute Gründe dafür, in Rot und Grün einerseits, Gelb und Blau andererseits die Hauptrepräsentanten der beiden anderen natürlichen Dimensionen des Farbenraumes zu sehen. Die Variabilität in den drei Dimensionen weist auf ebenso viele Farbenelemente hin, deren jedes als zwischen einem uncharakteristischen Indifferenz- oder Mittelwerte und charakteristischen Extremwerten variabel zu vermuten ist. Auf das Zusammentreffen von Werten letzterer Art, die übrigens natürlich verschiedenen Dimensionen angehören müssen, dürfte der Schein zurückzuführen sein, als ob die Hauptfarben sich „psychologisch“ zu Nebenfarben mischten.

6. Weil die Helligkeit eine Dimension ist, ist sie nicht mit Weiſslichkeit identisch, und eben darum ist nicht nur die Weiſs-Schwarz-Linie nach Helligkeit bestimmt, sondern nicht minder die Gelb-Blau- und die Rot-Grün-Linie. Alle sechs HERINGschen Grundempfindungen müssen also wie nach den beiden anderen Dimensionen so auch der Helligkeit nach als bestimmt angenommen werden. Es ist darum auch gegen eine Spezifikation dieser Helligkeiten kein vorgängiger Einwand zu erheben, und auch den Tatsachen gegenüber scheint sich die Annahme der „spezifischen Helligkeit“ zu bewähren.

Zweiter Abschnitt.

Von der Farbenmischung.

§ 11. Das Mischungsgesetz in erstem Entwurfe.

Daſs die Psychologie um den Farbenkörper weiſs, hat sie sicher in erster Linie dem Interesse zu danken, das die Tatsache der Farbenmischung nebst ihren Gesetzmäſsigkeiten schon seit so langer Zeit auf sich gezogen hat.[1] Es wäre nichts als ein

[1] Vgl. ZINDLER a. a. O., *diese Zeitschrift* 20, S. 230ff., 249f.

weiterer Beleg für die natürliche Zusammengehörigkeit dieser Dinge, wenn nun umgekehrt der Farbenkörper die Grundlage für die natürlichste Formulierung der Mischungsgesetze darbieten sollte. Als solche Grundlage scheint er sich in der Tat zu bewähren, wenn man die beiden nachstehenden Grundgesetze für alle Farbenmischung aufstellen darf, die sich, wie kaum ausdrücklich bemerkt zu werden braucht, auf Farbenmischung im ganz gewöhnlichen Wortsinne beziehen und nicht etwa auf jene kaum den eigentlichen Mischungen mehr zuzuzählenden Fälle, für die oben vorübergehend der Ausdruck „psychologische Mischung“ verwendet worden ist, auf den wir erst gegen Ende dieser Ausführungen noch einmal zurückzukommen haben werden. Die beiden Gesetze, die genau genommen nur als ein einziges anzusehen sind, da sub II eigentlich nur determiniert wird, was sub I unbestimmt gelassen bleibt, können etwa so formuliert werden:

I. Treffen zwei Reize R_a und R_b, die dadurch definiert seien, daſs sie unter günstigen Umständen die Farbenempfindungen a und b hervorrufen, in geeigneter Weise zusammen, so kommt die Tatsache der Mischung im Entstehen einer Empfindung m zur Geltung, deren Ort in der Geraden liegt, welche die Orte von a und b im psychologischen Farbenkörper verbindet.

II. Die Stellung des Punktes m zwischen den Punkten a und b bestimmt sich genauer nach dem Quantitätsverhältnis der Reize, indem die Mischfarbe einer Komponentenfarbe um so ähnlicher ausfallen muſs, je ausgiebiger der betreffende Reiz vertreten ist. Verändert sich Ähnlichkeit entgegengesetzt wie die Unähnlichkeit und fällt diese mit Distanz zusammen, so heiſst dies: Zwei Farben mischen sich so, daſs ihre Abstände von der Mischfarbe sich umgekehrt verhalten wie die Quantitäten der zugehörigen Reize.

Vielleicht hält man dieser Formulierung des Mischungsgesetzes den Einwand entgegen, daſs daran gerade das, worauf hier besonderes Gewicht gelegt wird, die Zugrundelegung des psychologischen Farbenkörpers, willkürlich sei. Das scheint einfachst aus der Tatsache zu erhellen, daſs dem Mischungsgesetze auch eine Farbentafel wie etwa die Maxwellsche Genüge leistet,

der K. ZINDLER[1] den Charakter einer psychologischen Farbentafel aberkennt, da sie nur als physiologische Farbentafel in Anspruch zu nehmen sei. Dem habe ich vor allem entgegenzuhalten, daſs, soweit zu gleichen und ähnlichen psychischen Geschehnissen gleiche resp. ähnliche physische, genauer physiologische gehören, eine räumliche Abbildung der physischen Korrelate der gegenständlich differenzierten Farbenempfindungen auch wohl eine Abbildung dieser Empfindungen wird sein müssen. Sollten wir also eine Farbentafel in diesem Sinne ebensowohl physiologisch als psychologisch nennen dürfen, so wird die letztere Bezeichnung unter gewöhnlichen Umständen den Vorzug verdienen, weil uns das abgebildete Psychische hier durch direkte Empirie bekannt, das etwa zugleich mitabgebildete Physische dagegen zunächst bloſs darauf hin vermutet ist. Insofern ist also auch die MAXWELLsche Farbentafel eine psychologische, nur wegen der Willkürlichkeit der Ausgangspunkte darin[2] eine noch sehr unvollkommene, indem diese Willkürlichkeit den Fehler fast unvermeidlich macht, daſs verschieden distanten Farben gleiche Raumdistanzen zugeordnet werden. Wer sich nur um die im Mischungsgesetze enthaltenen Relationen kümmern will, findet sich dadurch freilich nicht gestört und mag darum Anstand nehmen, von einem „Fehler" zu reden: das ist im gegenwärtigen Zusammenhange aber auch ganz unwesentlich. Entscheidend ist dagegen, wenn ich recht sehe, daſs jede auch noch so ausschlieſslich den Mischungstatsachen zugewandte Farbenkonstruktion doch jedenfalls auf Mischlinien zurückgeht, denen eine verständliche Beziehung auf die Farben nur dann beizulegen ist, wenn mindestens jede für sich einem psychologischen Farbenkörper angehörend gedacht werden könnte. Die Willkürlichkeit in der Lokalisation der Ausgangsfarben hat dabei eben nur zur Folge, daſs verschiedene dieser Linien zu räumlichen Abbildungen von verschiedener Gröſse, insofern zu verschiedenen Farbenkörpern gehören, und eben darum nicht „zueinander passen".

Daſs sich nun unter Voraussetzung der obigen Formulierungen so ziemlich alles verstehen läſst, was an allgemeinen Farbenmischungstatsachen zu interessieren pflegt, ist nun leicht

[1] a. a. O. S. 240 ff.
[2] a. a. O. S. 235 ff.

zu erkennen. Die Natur des Farbenkörpers bringt es vor allem mit sich, dafs jeder Farbe, genauer jedem Farbenton darin ein und nur ein Farbenton zugeordnet ist, dessen Verbindungslinie mit dem ersten die Weifs-Schwarz-Achse schneidet. Die Mischung solcher Farben kann im Sinne des Obigen nur entweder eine der beiden Farben oder Grau ergeben: es sind eben Komplementärfarben. Ebenso müssen die Mischungsergebnisse bei vorkomplementären Farben, wenn man so sagen darf, dem Tone wie der Sättigung nach zwischen diesen Farben liegen. Weil ferner in den Grundgesetzen über die Beschaffenheit der Reize und Empfindungen nichts vorausgesetzt ist, im besonderen also auch nichts über Gemischtheit und Ungemischtheit, indem die Reize nur nach ihrem „Aussehen" definiert wurden, so kann man von der Mischung aus zwei Komponenten ohne weiteres auf die aus drei Komponenten übergehen, indem man davon zuerst zwei mischt, das Mischungsergebnis aber dann mit der dritten zusammenbringt. So gelangt man auf Farbendreiecke und durch Einbeziehung einer vierten Farbe auf Farbengleichungen, deren Inkonstanz im Falle extremer Reizwerte den Mischungsgesetzen nicht beizumessen ist, da bei extremer Steigerung oder Herabsetzung die Reize ihr Aussehen (auch dem Farbenton nach) ändern, so dafs, was bei Aufstellung der Farbengleichung ein a-Reiz gewesen ist, sich in einen a'-Reiz umgewandelt hat, auf den die Farbengleichung sich ja von Haus aus gar nicht bezieht.

Bemerkenswerter noch als ihre Konsequenzen dürfte aber die erkenntnistheoretische Natur der Thesen I und II sein. Was an ihnen sofort auffällt, ist die eigentümliche innere Vernünftigkeit, jene Einsichtigkeit, vermöge deren sie der mathematischen Erkenntnisweise näher verwandt scheinen als derjenigen, auf welche die Erfahrungswissenschaften in der Regel angewiesen sind. Dafs, wenn zwei Reize R_a und R_b einander sozusagen durchdringen, ohne ihre Beschaffenheit aufzugeben, ein Empfindungsergebnis zum Vorscheine kommen mufs, welches dem a wie dem b verwandt, zwischen ihnen beiden gelegen ist, und dafs die Verwandtschaft um so gröfser sein mufs, je gröfser der Anteil ist, der der betreffenden Komponente an der Mischung zukommt, das müssen wir uns nicht von der Erfahrung sozusagen aufdrängen lassen, wie etwa die Tatsache, dafs Öl auf Wasser schwimmt, Quecksilber aber nicht, — vielmehr spüren wir sofort etwas von

der inneren Natürlichkeit und Selbstverständlichkeit jenes Sachverhaltes, ähnlich wie wir die Gleichheit der Diagonalen im Quadrate oder Rechtecke nicht als ein uns blofs äufserlich sich Darbietendes, sondern als ein in sich Natürliches und uns darum Verständliches zur Kenntnis nehmen. Darauf hin kurzweg von „psychophysischen Axiomen“ zu reden, wie G. E. Müller tut[1], ist vielleicht gleichwohl nicht ohne Wagnis; und die in den obigen Sätzen I und II gegebenen Formulierungen, die der Empfindung nicht die „psychophysische Erregung“, sondern den ihr um so vieles ferner stehenden Reiz gegenüberstellen, werden darum vollends nicht als axiomatisch, auch nicht als apriorisch ohne Vorbehalt in Anspruch zu nehmen sein. Dafs aber auch hier dem zweifellos vorliegenden empirischen Momente ein nicht in blofser Erfahrungsgemäfsheit, sondern in der Natur der Sache gelegenes, also apriorisches Moment zur Seite steht, scheint ebenso deutlich wie bei gewissen vielumstrittenen Prinzipien der theoretischen Mechanik, sollte es auch hier gleich schwer sein wie dort, das Apriorische vom Empirischen reinlich loszulösen.

Dem Dargelegten ist es völlig gemäfs, dafs auch die oben angedeuteten Konsequenzen aus den beiden Grundgesetzen die berührte innere Vernünftigkeit nicht vermissen lassen. Eine Ausnahme machen blofs die Komplementärfarben, deren Verhalten zueinander und zum Grau resp. Weifs so wenig Selbstverständlichkeit an sich hat, dafs hier das Staunen und das begründete Interesse des Laien immer wieder zum Ausdrucke gelangt. Auch die Mischungsergebnisse vorkomplementärer Farben sind innerhalb leicht zu ziehender Grenzen nicht ganz frei von solchem Staunen. Aber der Evidenzmangel, der sich hierin verrät, ist schwerlich auf Rechnung der betreffenden Mischungsgesetze zu setzen. Entscheidend wird hier vielmehr der Umstand sein, dafs es sich um jene Regionen oder genauer Relationen des Farbenkörpers handelt, von denen schon oben[2] zu sagen war, dafs die für die Konstruktion desselben mafsgebende Evidenz, die unmittelbare wenigstens, sich bei ihnen nicht recht einstellen will. Darf der Farbenkörper einmal zur Voraussetzung gemacht werden, dann ist aus seiner Natur auf

---

[1] „Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen.“ *Diese Zeitschr.* **10** S. 1ff.

[2] Vgl. S. 6ff.

Grund der Gesetze I und II auch die Tatsache der Komplementärfarben ohne Appell an neue Erfahrungen einzusehen.[1]

Es soll an dieser Stelle, obwohl es streng genommen nicht in den gegenwärtigen Zusammenhang gehört, nicht unerwähnt bleiben, dafs die eben dargelegte Auffassung des Komplementarismus, falls sie sich bewährt, für einige Grundfragen der Farbentheorie nicht ohne wichtige Folgen sein möchte. Ist das Mischungsergebnis der Komplementärfarben ebenso durch deren Natur gefordert, nur etwa unserer Einsicht minder leicht zugänglich als das Mischungsergebnis von Rot und Gelb, dann ist, um das Verhalten der Komplementärfarben zueinander verständlich zu machen, die Annahme antagonistischer Erregungen ebenso entbehrlich als eine besondere Annahme etwa zur Erklärung der Tatsache, dafs zwei rechte Winkel zusammen einen gestreckten ausmachen. Durch den Wegfall des Antagonismus aber könnte die HERINGsche Theorie vielleicht nach zwei Seiten hin entlastet werden. Einmal entfiele der Übelstand, den die Andersbehandlung des Gegensatzes von Schwarz und Weifs gegenüber den beiden chromatischen Gegensätzlichkeiten mit sich führt.[2] Denn Grau ergibt sich aus der Mischung von Schwarz und Weifs ganz in derselben Weise und aus ganz demselben Grunde, wie aus der Mischung von Gelb und Blau oder von Rot und Grün: im Grau e n t h a l t e n im Sinne „psychologischer Farbenmischung" sind darin die einen Komponenten so wenig wie die anderen. Dafs in dieser Hinsicht gleichwohl ein Schein bestehen könnte, der Weifs und Schwarz bevorzugt, haben wir oben[3] aus der Natur der „Farbenelemente", die daran beteiligt sein dürften, nicht zu verstehen vermocht: jetzt könnten wir versuchen, an die Evidenz anzuknüpfen, welche die Weifs-Schwarz-Linie ja tatsächlich vor der Gelb-Blau- und der Rot-Grün-Linie voraus hat. Als ein zweiter Gewinn aber böte sich die Möglichkeit, die schon oben berührten[4] Helligkeitsschwankungen, die

[1] Schon H. GRASSMANN versucht, den Satz, dafs es „zu jeder Farbe eine andere homogene Farbe" gibt, „welche mit ihr vermischt farbloses Licht liefert", „mit mathematischer Evidenz" abzuleiten (*Poggendorfs Annalen* 89, (1853), S. 73 ff.): doch ist es nicht leicht, über alle Schritte dieses Beweises zu befriedigender Klarheit zu gelangen.

[2] Vgl. EBBINGHAUS: Psychologie, I, S. 259 f.

[3] Vgl. S. 26.

[4] Vgl. S. 30.

sich bei Weiſs-Gemischen aus verschiedenen Komponenten als Folge verschiedener Beleuchtung einstellen, auf die spezifische Helligkeit der Komponenten zurückzuführen. Es ist hier indes nicht der Ort, Gedanken dieser Art noch weiter nachzugehen.

§ 12. Das Mischungsgesetz in zweitem Entwurfe.

Mit der anscheinend bestens gesicherten Einsichtigkeit der beiden obigen Mischungsgesetze steht es nun in einem überraschenden Gegensatz, daſs für dieselben in vielen Fällen die Verifikation seitens der direkten Erfahrung sich durchaus nicht einstellt, noch dazu gerade in denjenigen Fällen, die allgemein für die einfachsten und sozusagen paradigmatischen Mischungsfälle gehalten werden. Und zwar ist es bereits die noch so unbestimmte These I, die mit der Empirie in ganz deutlichen Konflikt tritt. Es ist eben gar nicht richtig, daſs, wenn der *a*-Reiz und der *b*-Reiz zusammenwirken, jedesmal etwas empfunden wird, das zwischen *a* und *b* liegt. Wirft man etwa mittels Doppelspaltes zwei Spektra teilweise übereinander auf die Projektionsleinwand, so sind die Deckstellen auffallend heller als das Übrige. Man sieht das auf Einen Blick beim V-förmigen oder X-förmigen Spalt: instruktiver ist aber auch hier, ein Paar einander paralleler Spalte zu benutzen. Man überzeugt sich bei geeigneter Wahl der Distanz leicht, daſs die Mischfarbe nicht nur dort heller wird, wo eine hellere auf eine dunklere, sondern auch dort, wo eine dunklere auf eine hellere Komponente trifft. Hat man nämlich, wie ja am natürlichsten ist[1], die beiden Spalte so nebeneinander angebracht, daſs oben und unten je ein Spektrum, in der Mitte aber ein Gemisch aus beiden zu sehen ist, so hebt sich dieses nicht nur von den dunkleren, sondern auch von den hellsten Partien seiner Komponenten als ein oben und unten scharf abgegrenztes helles Feld ab. Natürlich ist nun aber die Tatsache, die hier zur Geltung kommt, ganz und gar nicht an Spektralfarben gebunden. Beleuchte ich die Projektionsleinwand, von der eben die Rede war, mit einem gewöhnlichen Bogenlicht, und lasse ich dann auch noch irgendwie blaues Licht auf sie fallen, das so schwach ist, daſs von ihm allein bestrahlt die Leinwand zweifellos dunkler aussieht als

---

[1] Vgl. O. Zoth: „Eine neue Methode zur Mischung objektiv dargestellter Spektralfarben." *Pflügers Archiv* 70, S. 2.

beim weifsen Bogenlichte, so erscheint die Leinwand infolge des hinzutretenden blauen Lichtes unter günstigen Umständen sicher heller, in keinem Falle aber dunkler als ohne dieses. Gerade das Gegenteil aber wird durch unser Gesetz I gefordert: denn wäre etwa *a* das Aussehen der Leinwand beim starken weifsen, *b* das Aussehen derselben beim schwachen blauen Licht, so müfste das Mischungsergebnis nicht nur dem Farbentone nach, was ja der Fall ist, sondern auch der Helligkeit nach zwischen *a* und *b* liegen, somit zwar heller sein als *b*, dafür aber dunkler als *a*: und bei den vorhin erwähnten Spektralversuchen stünde es genau ebenso.

Übrigens ist aber das zweite Beispiel auch besonders geeignet, erkennen zu lassen, dafs die Tatsache, die es illustriert, eigentlich nichts als etwas in gewissem Sinne bis zur Trivialität Selbstverständliches ist, so selbstverständlich etwa, als dafs zwei Lichter heller leuchten als eines, oder auch, dafs das schwächste Lämpchen den hellsterleuchteten Saal höchstens heller, keinesfalls aber finsterer machen kann. Auch diese Beispiele sind ja Instanzen gegen das obige Mischungsgesetz. Nicht minder natürlich die Tatsache, dafs auch die hellste Stelle eines spektralen Gelb in keiner Weise die Helligkeit des Weifs erreicht, aus dem das betreffende Spektrum gewonnen ist, — dafs man seit Newton bei Konzeption der Farbenmischungstafeln, insbesondere bei dem auf die Spektralfarben bezogenen Mischungsdreiecke fast immer von einem Weifspunkte und nur ausnahmsweise von einem Graupunkte redet und vieles andere, das jedermann weifs, seltsamerweise ohne es, falls ich andere nach mir selbst beurteilen darf, mit den Mischungsgesetzen in nähere Verbindung zu bringen. Auch literarisch habe ich diese Verbindung, nachdem ich durch einen Zufall auf sie aufmerksam geworden war, aufser in gewissem Sinne durch H. Grassmann [1] und neuerlich durch E. von Oppolzer [2] nur durch E. Hering ausdrücklich berücksichtigt angetroffen [3], und erst während der Niederschrift dieser Zeilen finde

[1] *Poggendorffs Annalen* a. a. O. S. 82: „Am einfachsten ist es anzunehmen, dafs die gesamte Lichtintensität der Mischung die Summe sei aus den Intensitäten der gemischten Lichter.“ Statt „Intensität“ ist hier, wie der sonstige Zusammenhang sicherstellt, sinngemäfs „Helligkeit“ zu setzen.

[2] *Diese Zeitschr.* 29, S. 201 ff.

[3] Hermanns Handbuch III, 1, S. 596

ich die Erfahrungen von der obigen Art unter Berufung auf Hering in den allgemeinen Satz zusammengefaſst: „Wenn man ein und dieselbe Stelle einer Netzhaut von zwei verschiedenfarbigen Strahlen beleuchten läſst, so wird dadurch eine Mischfarbe erzeugt, die so hell ist, wie die beiden Komponenten zusammen; es addieren sich also hier bei der Mischung die Helligkeiten.“ [1] Daſs Gleichheit der zwei beleuchtenden Strahlenarten hier als Grenzfall der Verschiedenheit mit einbezogen werden kann, ist praktisch unwichtig, spricht aber theoretisch gewiſs zu Gunsten dieser Formulierung.[2]

Von hier ist der Hauptsache nach nur Ein Schritt nötig, um den eben angeführten Satz ganz förmlich in das ihm akkommodierte Mischungsgesetz einzubeziehen. Die Modifikation betrifft zunächst die Helligkeit, läſst dagegen den Farbenton unberührt. Ob die Sättigung durch die Modifikation in Mitleidenschaft gezogen wird, hängt wieder einigermaſsen davon ab, inwieweit Helligkeit nur Sache des chromatischen oder auch des achromatischen Momentes an der Farbenempfindung ist. Lassen wir dies für die Zwecke dieser Untersuchung in suspenso, so bleibt es doch ganz deutlich, obwohl vielleicht in der eben berührten Hinsicht nicht bestimmt genug, wenn wir den Entwurf zu dem verbesserten Mischungsgesetze etwa so zum Ausdruck bringen: Treffen der a-Reiz und der b-Reiz im Subjekte zusammen, so ergibt sich eine Empfindung, die dem Tone und vielleicht auch der Sättigung nach im Sinne der Schwerpunktskonstruktion zwischen a und b zu liegen kommt, ihrer Helligkeit nach aber in angemessener Distanz über der Linie a—b steht, falls man sich den Farbenkörper so aufgestellt denkt, daſs die Weiſs-Schwarz-Achse desselben vertikal und mit der Weiſs-Spitze nach oben zu stehen kommt. Der dadurch der Ausgangsformulierung des Mischungsgesetzes in den Thesen I und II gegenübergestellte neue Entwurf für dieselben läſst sich also

---

[1] F. Schenck: „Einiges über binokulare Farbenmischung.“ Marburg 1901. S. 11.

[2] Die jedenfalls verwandt intentionierte Aufstellung E. v. Oppolzers am eben angeführten Orte tritt nur als Deduktion aus dem Weberschen resp. Fechnerschen Gesetze auf. Was ich gegen die Voraussetzungen dieser Deduktion einzuwenden habe, findet sich ausführlich dargelegt in meiner Schrift „Über die Bedeutung des Weberschen Gesetzes“, Hamburg und Leipzig 1896 (auch *diese Zeitschr.* 11), besonders im fünften Abschnitt.

leicht etwa durch Schema B der Figur 1 veranschaulichen, im Gegensatze zum Schema A, das die Mischfarbe *m* direkt in die Linie *a b* legt. Ich will im folgenden der Kürze halber bloſs vom Entwurfe A und Entwurfe B des Mischungsgesetzes reden.

a —— *m* —— *b*   *a* —————— *b* (*.m*)

A.   B.

Fig. 1.

Es wird nämlich nach dem Dargelegten die Aufgabe nicht abzuweisen sein, zwischen Entwurf A und Entwurf B eine Wahl zu treffen. Was für den letzteren spricht, haben wir eben gesehen. Reicht es aus, darauf hin den ersteren fallen zu lassen? Vorher muſs jedenfalls auch gewürdigt werden, was dieser Entwurf für sich hat. Und da fällt ohne Zweifel vor allem das wiederholt berührte apriorische Moment daran, die einem so formulierten Mischungsgesetze zukommende innere Einsichtigkeit ins Gewicht. Es gibt viele gut beglaubigte Gesetzmäſsigkeiten, denen sie fehlt. Aber ihr Vorhandensein bedeutet jederzeit eine Art Erkenntnisvorzug, ein Plus an Erkenntnisdignität, das man nur widerstrebend einem allfälligen Zwange von Seite der Erfahrung zum Opfer bringen würde.

Kann man aber auch wirklich sagen, daſs die Tatsachen der Empirie einen solchen Zwang ausüben? Ist Entwurf B wirklich unter allen Umständen der erfahrungsgemäſsere? Dies ist so wenig der Fall, daſs es vielmehr ganze Gebiete von Mischungstatsachen gibt, die sich wenigstens ihrem unmittelbaren Aspekte nach ohne weiteres der Fassung A unterordnen, und teils nur unter gewissen, wenn auch vielleicht sehr plausiblen theoretischen Voraussetzungen, teils überhaupt nicht mit der Fassung B in Einklang gebracht werden können.

§ 13. Das Talbotsche Gesetz.

So steht es vor allem mit der praktisch so vielfach verwendbaren Farbenmischung mittels rotierender Scheiben. Wer mit ihnen experimentiert hat, weiſs längst, und jedermann kann sich ad hoc immer wieder leicht genug davon überzeugen, daſs auf dem Farbenkreisel das Mischungsergebnis niemals heller ausfällt als die hellere Komponente, sich vielmehr der Helligkeit wie der Sättigung und dem Farbentone nach in der Ver-

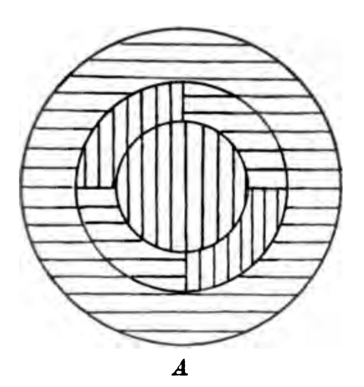
bindungslinie der Komponenten hält und jenen Ort darin einnimmt, der ihr im Sinne von Entwurf A durch das Verhältnis der Sektorenbreiten vorgezeichnet ist. Auch Schwarz macht davon keine Ausnahme: und wer von der psychologischen Positivität und qualitativen Eigenartigkeit dieser Farbe überzeugt ist, wird in dieser Parität des Schwarz mit den übrigen Farben eine Bestätigung dieser Überzeugung finden können, durch die der Entwurf A für ihn an Vertrauenswürdigkeit nur gewinnen kann. Daſs der Schwarz-Reiz dem Weiſs- oder Rot-Reiz gegenüber physikalisch eine etwas ungewöhnliche Stellung einnimmt, braucht ihn dabei weiter nicht zu stören.

Inzwischen wird man hier nicht unerwogen lassen dürfen, daſs es nicht nur möglich ist, die Mischung am Farbenkreisel auch dem Entwurfe B zu subsumieren, sondern daſs eine solche Subsumtion der sonst nächstliegenden Auffassung dieser Mischungstatsachen weitaus besser zu entsprechen scheint. Diese Auffassung findet ihren Ausdruck in dem Talbot-Plateauschen Satze, dem zufolge ein periodisch wirkender Reiz unter den bekannten günstigen Umständen eine Empfindung hervorruft, die identisch ist „mit derjenigen Empfindung, welche entstehen würde, wenn das während einer jeden Periode wirkende Licht gleichmäſsig über die Dauer der ganzen Periode verteilt wäre".[1] Wechselt nämlich z. B. der *a*-Reiz mit dem *b*-Reize in gleichen Zeitintervallen ab, so kommt dem Gesagten zufolge jeder der beiden Reize nur nach seiner halben Stärke in Betracht: handelte es sich also etwa um Mischung von Gelb und Grün, so wäre an dieser nicht der in den betreffenden Pigmenten gegebene Gelb- und Grün-Reiz beteiligt, sondern der halb so starke, dem also ein viel dunkleres Gelb und Grün entspricht als das in den Pigmenten vorgegebene. Zieht man jetzt dieses dunkle Gelb und dieses dunkle Grün in Rechnung, dann wird man darüber nicht im Zweifel sein können, daſs das bei der Rotation resultierende Gelbgrün wesentlich heller sein muſs als jede der beiden Komponenten. Allgemein: die durch das Talbotsche Gesetz verlangte Verteilung des Reizes auf die ganze Periode, oder auch, wenn man will, eines jeden der beteiligten Pigmente auf die ganze Fläche des Kreisels bedeutet eine

[1] K. Marbe: „Theorie des Talbotschen Gesetzes." *Philosophische Stud.* 12, S. 279.

Herabsetzung der Reizstärke, somit auch der Helligkeit der durch den Reiz erregten Empfindung. Liegt daher auch die Mischempfindung zwischen den Empfindungen, die den durch die Pigmente repräsentierten Reizen zugeordnet sind, so doch keineswegs zwischen den im Sinne des Talbotschen Satzes modifizierten Empfindungen; sie ist vielmehr heller als diese, womit die Forderung von Entwurf B erfüllt ist.

Man hat schon oft erfahren, dafs man in experimentellen Dingen nicht wohl daran tut, der Phantasie mehr zu überlassen als gerade unentbehrlich ist, — anders ausgedrückt: dafs wenig selbstverständliche Dinge so selbstverständlich sind, dafs man ohne Schaden unterlassen darf, sie sich, falls es angeht, einmal wirklich anzusehen. So wird, wer sich über den Charakter der eben dargelegten Reduktion der Kreiselmischungen auf Entwurf B ein Urteil bilden möchte, schwerlich etwas Überflüssiges tun, wenn er den Sinn dieser Reduktion sich durch das Experiment so anschaulich als möglich vor Augen führt. Die Aufgabe ist nicht eben schwer zu lösen. Ich habe dazu zwei Farbenscheiben benutzt, deren jede, wie Fig. 2 schematisch andeutet, aus drei konzentrischen Feldern bestand, einem vollen Kreise im Zentrum und zwei Kreisringen um diesen Vollkreis herum.



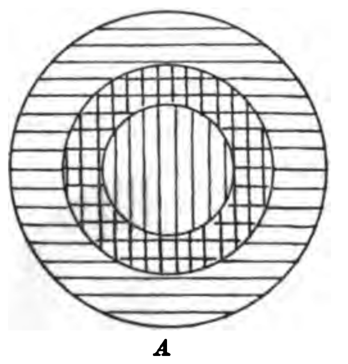


A *B*

Fig. 2.

Von den so an jeder Scheibe angebrachten drei Feldern war jedesmal das mittlere zur Hälfte mit einem gelben, zur anderen Hälfte mit einem grünen Sektor bedeckt. Das innerste und äufserste Feld der einen Scheibe (*A*) war bezüglich gelb und grün, das der anderen Scheibe (*B*) bezüglich halb gelb und halb schwarz, sowie halb grün und halb schwarz. In der Figur be-

deuten die Vertikalen Gelb, die Horizontalen Grün, indes die ausgefüllten Sektoren natürlich Schwarz repräsentieren. Selbstverständlich war für beide Scheiben das nämliche gelbe und grüne Papier in Verwendung, und dieses war so gewählt, daſs die bezüglichen Helligkeiten für annähernd gleich gelten konnten. Darf man in dieser Versuchsanordnung das verwendete schwarze Papier für lichtlos nehmen, so erkennt man leicht in der ersten Scheibe (Fig. 2 *A*) den Entwurf A, in der zweiten Scheibe (Fig. 2 *B*) den Entwurf B repräsentiert, indem jedesmal das Mittelfeld die Mischfarbe, das Auſsen- und das Innenfeld jedesmal die im Sinne der einen und der anderen Auffassung an der Mischung beteiligten Komponenten darstellt. Läſst man nun die beiden Scheiben nebeneinander rotieren, so hat man einen Anblick, den Fig. 3 in *A* und *B* versinnlichen mag, wo mit den dünnen Strichen dasselbe gemeint ist wie in Fig. 3, mit den dicken aber die bezügliche dunklere Farbe, die sich infolge


A

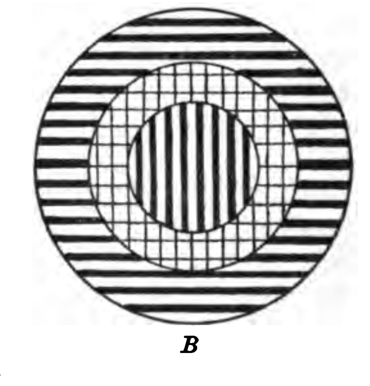

B

Fig. 3.

der Mischung mit Schwarz einstellt. Daſs dabei in *A* der die Mischung aus Gelb und Grün darstellende Kreisring etwas dunkler aussieht als die benachbarten Felder, ist natürlich nichts als eine für die Hauptsache zufällige Konsequenz der hier der Einfachheit wegen gewählten graphischen Symbolik: ganz anders steht es dagegen mit dem entgegengesetzten Aussehen desselben Kreisringes in *B*, und jedenfalls berührt beim Anblick der rotierenden Scheiben das Verlangen, die relativ helle Mischfarbe aus den dunklen Komponenten in *B* statt aus den ungefähr gleich hellen in *A* gemischt zu denken, als eine handgreiflich unnatürliche Zumutung.

Übrigens ist nun auch das oben in Fig. 1 dargestellte Schema ganz geeignet, die hier vorliegende Unnatürlichkeit anschaulich zu machen. Man setzt zwei Pigmente auf den Farbenkreisel, die wie *a* und *b* aussehen, und die Mischung ergibt das zwischenliegende *m*. Die Auffassung *B* aber macht erst aus dem *a* ein tiefer liegendes *α*, aus *b* ein tiefer liegendes *β* (vgl. Fig. 4) und kann dann freilich in dem Verhältnis von *α* und *β* zu *m* den Entwurf B verifiziert sehen.

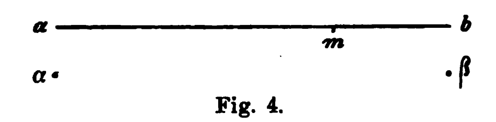


Fig. 4.

Inzwischen wird der hier durchgeführten Betrachtungsweise der Vorwurf einer gewissen Äufserlichkeit kaum zu ersparen sein, und wer der Sache etwas mehr auf den Grund zu gehen bestrebt ist, mag sich vor allem zur Frage hingedrängt finden, ob denn die bei der Formulierung des Taldotschen Gesetzes herangezogene Verteilung des Lichtes auf die ganze Periode wirklich nicht mehr als eine Fiktion zu bedeuten habe. Ist es denn nicht einfach Tatsache, dafs, wenn Licht von betimmter Stärke während der Hälfte der Periode wirkt, das eben genau halb so viel Licht ist, als wenn dieselbe Lichtquelle während der ganzen Zeit Licht aussendete? Soweit man hier ganz ausdrücklich die Licht m e n g e ins Auge fafst, ist dies unzweifelhaft richtig; und was die Lichtmenge zu bedeuten hat, darauf soll weiter unten noch zurückgekommen werden. Hier aber ist von Licht s t ä r k e (Amplitude) und deren Empfindungskorrelat die Rede, und dafs es auch für Letzteres in der Regel gar nicht auf dasselbe hinauskommt, ob ein Reiz von bestimmter Stärke eine bestimmte Zeit lang, oder ein Reiz von halber Stärke die doppelte Zeit hindurch wirksam ist, das beweist die triviale Verschiedenheit zweier Kerzen, die Eine Minute lang brennen, von Einer Kerze, die zwei Minuten lang brennt. Nun wird man freilich sagen, dafs dieser Unterschied eben verschwinde, wenn die Zeiten kurz genug sind. Auch davon wird unten, und zwar sogleich, die Rede sein. An sich bleibt herabgesetzte Reizdauer und herabgesetzte Reizstärke auch hier zweierlei: die Behauptung also, dafs am Farbenkreisel Komponenten von herabgesetzter Helligkeit in die Mischung ein-

treten, kann sicher nicht als Ausdruck der vor einer bestimmten theoretischen Auffassung anzutreffenden Tatsachen gelten.

Schwerer fällt schon ein anderer Umstand ins Gewicht. Die bis zu mathematischer Eleganz ausgebildete[1] Anwendung des Gedankens vom An- und Abklingen, die ja eben darauf aus ist, zu einem Verständnis der wirklichen Vorgänge in der Netzhaut unter der Einwirkung der rotierenden Farbenscheibe zu gelangen, führt faktisch auf die Annahme gerade jener Herabsetzung der Reizstärke, welche unserem Schema B charakteristisch ist. Das Wesentliche des Vorganges soll ja dies sein, dafs die Empfindung nicht bis zur ganzen Höhe der dem Reize unter normalen Umständen zugeordneten Reaktion anklingen kann, durch die Langsamkeit des Abklingens aber ungefähr auf dieser unternormalen Höhe erhalten bleibt. Das besagt doch nur soviel, dafs der Reiz, der unter gewöhnlichen Verhältnissen wie *a* „aussieht", es diesmal nur bis zum Aussehen *α* bringt, unter diesen Umständen also streng genommen kein *a*-Reiz, sondern nur ein *α*-Reiz ist. Ebenso ist der in die Zeitlücke eintretende sonstige *b*-Reiz diesmal nur ein *β*-Reiz: kommt dann durch Mischung beider gleichwohl *m* zu stande, so ist eben der im Entwurfe B vorgesehene Fall verwirklicht.

Sieht man aber nun einmal etwas näher zu, wie die Gesichtspunkte beschaffen sind, unter denen diese Auffassung eine so vielseitige Zustimmung gefunden hat, so zeigt sich vor allem, dafs die einschlägigen Erwägungen natürlichst von dem Falle ausgehen, dafs die eine der intermittierenden Farben Schwarz ist, z. B. so, dafs Weifs und Schwarz miteinander abwechseln, was sich von der physikalischen Seite her als Alternieren von Reiz und Nicht-Reiz darstellt. Die sozusagen reizfreie Zeit kann dann auch durch einen zweiten Reiz, etwa rotes Licht, ausgefüllt sein, der dann, indem man zunächst vom ersten Reize absieht, nun ganz so wie dieser für sich einen Wechsel von Reiz und Nicht-Reiz repräsentiert: der Wechsel von Weifs und Rot kann dann als passendes Ineinandergreifen der fiktiven Elementarfälle Weifs-Schwarz und Rot-Schwarz betrachtet und aus den für diese Elementarfälle gewonnenen Gesetzen deduziert werden. Darauf, wie man diese Elementarfälle sich zurecht legt, kommt also alles an. Denkt man sich etwa

[1] Vgl. A. Fick in Hermanns Handbuch Bd. III, 1, S. 212 ff.

beim Wechsel von Weiſs und Schwarz die Sache so, daſs der Zeit einer Weiſs-Erregung einfach eine Zeit der Nicht-Erregung folgt, dann kann die Weiſs-Reizung ihrem Effekte nach freilich nicht erheblich über das hinaus anwachsen, was die Erfahrung beim Anblicke des Kreisels zeigt, das mittlere Grau. Aber dem liegt, wie kaum zu verkennen, eigentlich doch stillschweigend die Voraussetzung zu Grunde, daſs Schwarz ungefähr so viel als nichts ist. Steht dagegen der Weiſs-Erregung eine Schwarz-Erregung als ein nicht minder Positives gegenüber, dann kann die Weiſs-Erregung innerhalb des ihr zukommenden Abschnittes der Periode ohne weiteres die ganze der Natur des Weiſs-Reizes angemessene Stärke erreichen oder behaupten: gilt auch von der Schwarz-Erregung das nämliche, so ist es dann nur noch eben Sache der Mischung, das phänomenal gegebene Grau herzustellen. Was aber so für Weiſs und Schwarz recht ist, wird etwa für Rot und Schwarz nicht weniger als billig sein können. Und was die ausschlieſslich chromatischen Kombinationen, z. B. Gelb und Grün anlangt, so gestatten sie dann genau die nämliche Behandlung, die zugleich den Einfachheitsvorzug aufweist, des Umwegs über zweimalige Fiktion einer Schwarz-Komponente entraten zu können. Grün wie Gelb kommen dann eben in ihrer vollen Helligkeit zur Geltung und das Gelbgrün, das entsteht, entspricht dem Entwurfe A.

Vielleicht hängt es mit dem eben Dargelegten zusammen, daſs von den beiden letzten mir bekannt gewordenen Bearbeitungen des Talbotschen Gesetzes die eine sich zu der herkömmlichen, von A. Fick und S. Exner begründeten Auffassung desselben in direkte Opposition setzt[1], die andere von einem näheren Eingehen auf dieselbe mindestens absieht.[2] Gleichwohl kann ich mir nicht verhehlen, daſs auch diese Bearbeitungen nicht dem Entwurfe A, sondern ganz zweifellos dem Entwurfe B günstig sind.

Beide gehen, wohl unabhängig voneinander, von der Tatsache aus, daſs bei Bestrahlung eines lichtempfindlichen Stoffes, der keine Regeneration erfährt, der photochemische Gesamteffekt gleich ist der Summe der in die Bestrahlungszeit fallenden photochemischen Einzeleffekte. Bei der lebenden Netzhaut ist dies

[1] K. Marbe a. a. O. S. 283 Anm. 1.

[2] Vgl. G. E. Müller a. a. O., *diese Zeitschr.* **10**, S. 385.

wegen der „nutritiven" Vorgänge in ihr im allgemeinen nicht der Fall, wohl aber innerhalb ausreichend kurzer Zeitstrecken, indem es dann auf dasselbe hinauskommt, ob innerhalb der in Betracht kommenden sehr kurzen Zeit ein Licht von der Intensität i während des Zeitabschnittes t oder ein Licht von der Intensität $n \cdot i$ während der Zeit $\frac{t}{n}$ wirkt, wobei über den Wert von n nichts vorbestimmt ist.[1] Wäre also etwa T die Zeitstrecke, die abgelaufen sein mufs, ehe die Regeneration sich eben geltend zu machen beginnt, so ist vor allem klar, dafs von einem a-Reiz oder b-Reiz im Sinne dieser Auffassung eigentlich immer nur unter der Voraussetzung die Rede sein kann, dafs der psychische Erfolg der Reizung erst von dem Momente an, da die Einwirkungszeit des betreffenden Lichtes den Betrag T überschritten hat, in Betracht gezogen wird. Ehe die Zeit T abgelaufen ist, ist der sogenannte a-Reiz streng genommen noch kein a-Reiz, vielmehr hat er, wenn z. B. die Hälfte von T verstrichen ist, nur eine solche photochemische Leistung zu stande gebracht, dafs diese, um einen ihr gleichen Betrag vermehrt, also kurz verdoppelt erst zu jener Höhe angewachsen sein würde, die zum Zustandekommen der Empfindung a erforderlich ist. Es kann also in der halben Zeit T photochemisch nicht mehr ausgerichtet sein, als während der ganzen Zeit T durch einen halb so starken Reiz ausgerichtet wäre: die Empfindung, die zu stande kommt, ist also keine a-Empfindung, sondern eine α-Empfindung im Sinne der oben verwendeten Ausdrucksweise. Ergibt also die Mischung eines gelben und grünen Pigmentes auf dem Farbenkreisel ein Gelbgrün von ungefähr der Helligkeit, welche die Komponenten zeigen, so entspricht der Sachverhalt dem Entwurfe A nur äufserlich, denn im Grunde kommen an den Komponenten nicht die Helligkeiten in Frage, welche die beiden Pigmente bei gewöhnlicher, d. h. die Zeit T meist erheblich überdauernder Betrachtung aufweisen, sondern weit geringere: das Mischungsergebnis zeigt gleichwohl eine Helligkeit, welche jener Normalhelligkeit der Komponenten, wie man vielleicht ganz verständlich sagen könnte, gleich ist. Der von mir oben als unnatürlich bezeichnete Umweg würde sonach

[1] Müller a. a. O. S. 384f.

von der Wirklichkeit am Ende doch eingeschlagen, und der Entwurf B behält Recht.

Wie man sieht, findet man sich einigermaſsen vor die Wahl gestellt, die Vorgänge an den rotierenden Scheiben entweder im Sinne von Entwurf A oder im Sinne des Regenerationsgedankens aufzufassen: und im Hinblick auf die natürlichen Vorzüge des letzteren, vermöge deren er auch das An- und Abklingen ohne weiteres als Spezialfälle in sich begreift, wird die Entscheidung wohl zu seinen Gunsten ausfallen müssen. Ganz kann ich mich dabei freilich des Gefühls nicht entschlagen, als würde damit in Betreff der Farbenmischung an die Natur die Zumutung eines Verfahrens gestellt nicht unähnlich dem des Rechners, der trotz eines begangenen Fehlers zum richtigen Resultate gelangt, indem er noch einen zweiten Fehler macht: und sollte es sich einmal als möglich herausstellen, dem Regenerationsgedanken eine Wendung zu geben, oder ihn durch eine Auffassung zu ersetzen, der gegenüber Entwurf A seine Geltung behaupten könnte, so würde ich darin einen zweifellosen theoretischen Gewinn sehen. Für jeden Fall muſs indes anerkannt sein, daſs das obige Gleichnis von den zwei Rechenfehlern ohne Zweifel grau in grau malt: es soll unten gezeigt werden, daſs es weder für die rotierenden Scheiben noch für die übereinander fallenden Lichter an einem Gesichtspunkte fehlt, unter dem sich einer Helligkeitssteigerung als Mischungserfolg ein gewisses Verständnis abgewinnen läſst.

§ 14. Binokulare Farbenmischung. Mischung von Nachbarfarben.

Die eben durchgeführten Untersuchungen haben dargetan, daſs dasjenige Tatsachengebiet, das auf den ersten Blick und noch über diesen hinaus in ganz unverkennbarer Weise den Entwurf A des Mischungsgesetzes zu verifizieren scheint, dies doch nur sozusagen von auſsen besehen tut, indes genauere Erwägung der eigentümlichen Vorgänge beim Anblicke rotierender Scheiben auch den Widerstrebenden auf den Entwurf B hindrängt. Damit wäre nun in der Tat zugleich dargetan, daſs dieser Entwurf das allenthalben ausschlieſslich geltende Mischungsgesetz darstellt, träten Farbenmischungen nicht noch in einer immerhin einigermaſsen ungewöhnlichen, gleichwohl aber völlig

normalen Gestalt auf, der gegenüber sich Entwurf A, so viel ich sehe, unter allen Umständen behauptet. Ich meine die Tatsachen der binokularen Farbenmischung. Die in dieser Hinsicht etwa noch schwebende Kontroverse scheint mir durch die schlagenden Briefmarkenversuche F. SCHENCKS [1] und die darauf gegründeten statistischen Aufnahmen A. LOHMANNS [2] endgültig zu Gunsten der Positionen HERINGS [3] entschieden, und dies gilt insbesondere von der nun auch an den Briefmarken erprobten Beobachtung, daſs die bei binokularer Mischung resultierende Farbe niemals heller ist als die Komponentenfarben und der nämliche Effekt unokular, wenn die Umstände sonst günstig sind, nur durch Halbierung der Reizintensitäten mittels Doppelspat zu erzielen ist.[4]

Immerhin könnte hier gerade das letzterwähnte Verfahren vorübergehend den Gedanken wachrufen, ob nicht auch bei der binokularen Mischung die beiden Reize aus irgend einem Grunde nur mit einem Teile ihrer Stärke zur Geltung kommen, womit dann auch hier die Reduktion auf Entwurf B angebahnt wäre. Näher wäre etwa daran zu denken, daſs der Wettstreit zwischen den beiden gleich zu lokalisierenden Qualitäten, wenn er nicht zur vollen Verdrängung der einen führt, doch einen solchen Helligkeitsverlust bei den Komponenten zur Folge haben könnte, daſs im Mischungsergebnis auch nach Entwurf B eine Helligkeitssteigerung im Vergleich mit den gleichsam unbehindert wirksam gedachten Komponenten nicht zu stande käme. Im ganzen aber hätte eine solche Vermutung zur Zeit doch den Charakter einer völlig willkürlichen Konstruktion, so daſs daraus der Gültigkeit des Entwurfes A für die Tatsachen der binokularen Farbenmischung nicht wohl ein Bedenken erwachsen kann.

Übrigens möchte ich auch nicht unerwähnt lassen, daſs unmittelbar vor dem Abschluſs der gegenwärtigen Arbeit mich die interessanten Versuche H. PIPERS [5] darüber belehren, daſs auf

---

[1] „Einiges über binokulare Farbenmischung“, Marburg 1901. Die Versuche sind im Grazer psychologischen Laboratorium unter Verwendung österreichischer Marken wiederholt worden und haben zu durchaus überein stimmenden Ergebnissen geführt.

[2] „Über binokulare Farbenmischung“, Marburger Dissertation 1902.

[3] HERMANNS Handb. III, 1, S. 591 ff.

[4] Vgl. SCHENCK a. a. O. S. 11 ff.

[5] „Über Dunkeladaptation.“ *Diese Zeitschr.* **31**, S. 200 ff.

dem in Rede stehenden Tatsachengebiete dem Entwurfe B von ganz unerwarteter Seite her Hilfen erwachsen könnten. Es hat sich nämlich herausgestellt, „dafs die Empfindlichkeit beider Augen zusammen bei vorgeschrittener Dunkeladaptation einen sehr viel höheren Wert hat als die jedes einzelnen Auges, und zwar beträgt der binokulare Empfindlichkeitswert stets annähernd das Doppelte des monokularen. Bei Beobachtung mit beiden Augen im Zustande vorgeschrittener Dunkeladaptation summieren sich also die beiden jedes einzelne Auge treffenden Lichtreize", wobei aber ausdrücklich zu betonen ist, „dafs diese Erscheinung erst nach etwa 15 Minuten dauerndem Dunkelaufenthalt hervortritt, dafs also der Satz der binokularen Reizaddition für das helladaptierte Auge nicht gilt".[1] Trotz dieses Beisatzes ist die Eventualität, Entwurf A könnte einmal auch noch aus dem Gebiete der binokularen Farbenmischung durch Entwurf B verdrängt werden, für denjenigen am wenigsten vorgängig von der Hand zu weisen, der etwas Ähnliches bei den Mischungen an rotierenden Scheiben gewissermafsen an sich selbst erlebt hat. Diese Eventualität aber für die weiteren Untersuchungen ausdrücklich in Rechnung zu ziehen, wäre jedenfalls mindestens verfrüht: ich glaube an den hier folgenden Darlegungen um so weniger ändern zu sollen, als das Wesentliche derselben, soviel ich sehe, auch der im angedeuteten Sinne abgeänderten theoretischen Sachlage leicht anzupassen wäre.

Schon der Vollständigkeit wegen sollte nun hier auch noch von der vierten Gestalt gehandelt werden, in der die Tatsache der Farbenmischung auftritt. Sie stellt insofern eine Art Seitenstück zur Mischung des Successiven dar, als dem durch den Farbenkreisel widerlegten Vorurteil, dafs nur Gleichzeitiges sich mischen könne, die Vormeinung entspricht, als ob Farben, die sich mischen sollen, mit den gleichen subjektiven Ortsbestimmungen versehen sein müfsten. Diese Ortsgleichheit findet sich verwirklicht bei den aufeinanderfallenden Lichtern und unter besonderem Hervortreten des subjektiven Momentes bei der binokularen Farbenmischung: sie fehlt bei der zunächst unokularen Mischung räumlich ausreichend nahe lokalisierter Farben, wie sie bekanntlich manchen Webe- und Maltechniken

[1] a. a. O. S. 201 f.

zu Grunde liegt, übrigens aber bereits in der freien Natur, etwa roten Früchten (z. B. Ebereschen) in grünem Laube schön beobachtet werden kann, an denen bei geeigneten Distanzen die verschiedensten Töne in Orange, Gelb und Gelbgrün anzutreffen sind. Die Eigenartigkeit solcher Fälle ist nun freilich eine mehr äufserliche, falls hier durch Berufung auf Irradiation alles Wesentliche getroffen ist: es könnte ja nicht viel verschlagen, ob die als Komponenten auftretenden Lichter schon aufser dem Auge oder erst auf der Netzhaut zusammentreffen. Indes wird man schwerlich an diese Auffassung als einzig mögliche gebunden sein. Vor allem legt die eben berührte Analogie zu den Tatsachen am Farbenkreisel nahe, unter Übertragung des an der Zeit Bewährten auf den Raum für die Normalbetätigung eines Lichtreizes nicht nur ein zeitliches, sondern auch ein räumliches Minimum vorauszusetzen. Was bisher über die Abhängigkeit des Reizwertes von der Winkelgröfse des leuchtenden Objektes beobachtet worden ist[1], wäre keineswegs ungeeignet, eine solche Vermutung zu bekräftigen. Zieht man überdies in Rechnung, dafs ja auch an der binokularen Farbenmischung zentralen Vorgängen offenbar ein Anteil am Zustandekommen von Mischeffekten nicht wohl abzusprechen ist, so wird sicher die Möglichkeit nicht unerwogen bleiben dürfen, auch unokular mit ausreichend benachbarten Ortsbestimmungen Gegebenes könnte erst zentral zu einer Gesamtwirkung zusammentreten, für welche dann die Irradiation gar nicht unerläfslich zu sein brauchte. In Betreff des Ergebnisses solcher Mischungen, bezüglich dessen mir genauere Untersuchungen nicht bekannt geworden sind, scheint einstweilen ziemlich sicher, dafs von einer Helligkeitssteigerung gegenüber den Komponenten nichts zu merken ist. Äufserlich spräche das wieder für Entwurf A: aber irradiierende Lichter werden sicher nicht in ihrer vollen Stärke aufeinander treffen, so dafs für den Entwurf B auch hier die Wege zu ebnen wären, falls natürlich nicht etwa durch Zurückverlegung ins Zentrum mit der Analogie zur binokularen Farbenmischung auch der Entwurf A in den Vordergrund tritt. So ist einstweilen hier schon in Betreff der Tatsachen, noch mehr aber in Betreff ihrer Deutung die Unsicherheit für mich noch eine so grofse, dafs es mir angemessen scheint, bei der Weiterführung

---

[1] Vgl. H. Piper: „Über Dunkeladaptation“, *diese Zeitschr.* **31**, S. 168, 204.

der gegenwärtigen Untersuchung von diesem vierten Mischungsfalle in der Hauptsache lieber abzusehen.

§ 15. Das reine und das modifizierte Mischungsgesetz.

Dagegen ist es unerläſslich, nunmehr aus den im obigen etwas näher betrachteten drei Hauptfällen bezüglich der beiden Entwürfe A und B die Summe zu ziehen. Die Mischung aufeinanderfallender Lichter folgt dem Entwurfe B, die an rotierenden Scheiben äuſserlich dem Entwurfe A, innerlich wahrscheinlich gleichfalls dem Entwurfe B, indes sich die binokulare Farbenmischung ohne Gewaltsamkeit nur im Sinne von Entwurf A auffassen zu lassen scheint. Daraus erwächst natürlich das Problem, wie wir uns eigentlich das Verhältnis der beiden Entwürfe zueinander zu denken haben.

Die nächste und in gewissem Sinne jedenfalls zutreffende Antwort ist die, daſs die beiden Gesetzmäſsigkeiten A und B, wie wir nun statt Entwurf A und B billig sagen dürfen, in ihren Sphären nebeneinander zu Recht bestehen. Insofern gibt es ohne Zweifel Farbenmischung nach zweierlei Gesetzen, deren eines in allen seinen Details eine gewisse innere Einsichtigkeit an sich trägt, indes das andere in Betreff des Helligkeits- eventuell auch des Sättigungsmomentes eine Modifikation ins Irrationelle erkennen läſst. Daſs die beiden Gesetze, die ja zum mindesten in Betreff des Farbentons durchaus miteinander übereinstimmen, gar nichts Näheres miteinander zu tun haben sollten, darf natürlich unter solchen Umständen und im Hinblick auf die natürliche Zusammengehörigkeit aller Mischungstatsachen für ausgeschlossen gelten. Um so näher liegt die Vermutung, eine der beiden Gesetzmäſsigkeiten möchte ihrer Natur nach als eine Modifikation der anderen zu betrachten sein, die im Hinzutreten irgend welcher störenden Umstände ihren Grund hat. Versucht man darauf hin, sich darüber eine Meinung zu bilden, welche der beiden Gesetzmäſsigkeiten das Präjudiz der Ursprünglichkeit oder vielleicht besser der Unentstelltheit für sich haben möchte, so mag am nächsten liegen, sich an denjenigen Tatbestand zu halten, der seiner Verbreitung nach darauf Anspruch erheben darf, für die Regel zu gelten. Damit hätte man sich ohne Frage für Formulierung B entschieden;

nun führen aber ein paar nahe liegende Erwägungen doch zum entgegengesetzten Ziele.

Sie stützen sich auf die wiederholt hervorgehobene Tatsache, dafs Formulierung A zwar nicht kurzweg apriorische Erkenntnisdignität, aber doch ein gutes Stück innerer Einsichtigkeit an sich hat, die das Zutrauen motiviert, dafs diese Formulierung einen in besonderem Mafse „natürlichen" Sachverhalt wiedergibt. Dafs gleichwohl dieses Natürliche doch das relativ selten Verwirklichte ist, wird sogleich weniger befremden, wenn man in Rechnung zieht, dafs auch die dem Gesetze B unterstehenden Thatsachen nur zum Teile, genauer in Einer bestimmten Richtung, nämlich der Helligkeit nach, sich der Forderung jener Natürlichkeit sozusagen widersetzen, in anderen Richtungen dagegen, zunächst dem Farbentone, in gewissen Einschränkungen wohl auch der Sättigung nach sich ganz und gar im Sinne des Gesetzes A verhalten, das sich vom Gesetze B ja eben nur mit Bezug auf die Helligkeit unterscheidet. Man kann also näher besehen gar nicht sagen, dafs das, was man den Sinn des Gesetzes A nennen könnte, etwa nur eben so selten verwirklicht ist wie die binokulare Farbenmischung: bis zu gewissem Grade findet es sich vielmehr in allen Mischungsfällen ohne Ausnahme realisiert, und die B-Fälle sind also gegenüber den A-Fällen nicht nur darin sozusagen im Nachteil, dafs ihnen im ganzen die Einsichtigkeit fehlt, die den A-Fällen zukommt, sondern auch noch vermöge einer Art innerer Inkonsequenz, indem sie sich in einem Teile ihrer Bestimmungen jener Einsichtigkeit doch gemäfs verhalten, in einem anderen Teile dagegen nicht.

Die hier vorliegende Anomalie läfst sich noch unter einem allgemeineren Gesichtspunkte auffassen. Gesetzt, zwei Totalursachen[1] U und U', die untereinander verträglich sind, und denen bezüglich die Wirkungen W und W' zugehören, seien zugleich gegeben. Sind auch W und W' untereinander verträglich, so werden daraufhin auch sie gleichzeitig auftreten. Sind sie dagegen unverträglich, so resultiert Verschiedenes, jenachdem W und W' Qualitäten oder Quantitäten sind: ersteren Falles

[1] Über den Gegensatz der Gesamtursache zu den Teilursachen vgl. meine *Hume-Studien* 2, S. 118ff., auch Höflers Logik („Philosophische Propädeutik" Bd. I) S. 65.

wird entweder eine der beiden Wirkungen zeitweilig oder endgültig die andere gleichsam verdrängen, oder es entsteht etwas das weder *W* noch *W'* ist, sondern zwischen beiden in der Mitte liegt; im anderen Falle dagegen summieren sich die Quanta, falls sie summierbar sind. Greifen z. B. an demselben materiellen Punkte zwei Kräfte von verschiedener Richtung an, so bewegt sich der Punkt im Sinne der Regel vom Kräfteparallelogramm: greifen zwei Kräfte an, die qualitativ, nämlich der Richtung nach, gleich sind, so daſs die Unverträglichkeit der einen Einzelwirkung mit der anderen nur in der Gröſse der Wirkung (einschlieſslich des Grenzfalles, daſs die Gröſsen gleich sind) zur Geltung kommt, so summieren sich die Wirkungen. Auf den Spezialfall der Lichter und ihrer Empfindungswirkungen übertragen, bedeutet dies: Lichter, die für sich zur *a*-Empfindung resp. *b*-Empfindung führen, sind zunächst Ursachen qualitativ differenzierter Wirkungen, die untereinander unverträglich sind. Demgemäſs ergibt ihr Zusammenwirken unter Umständen Wettstreit, unter Umständen Mischung, sofern eine Empfindung entsteht, die zwischen *a* und *b* liegt, wie Gesetz A es verlangt. Untersteht das Ergebnis aber dem Gesetze B, so fügt sich dasselbe der allgemeinen Norm zwar in Betreff des Farbentones, nicht aber in Betreff der Helligkeit, die der allgemeinen Regel so gut unterworfen sein sollte wie der Farbenton, da sie Qualität ist wie dieser und nicht etwa Intensität, so daſs die sie betreffende Abweichung des Gesetzes B von der Norm nicht etwa als Summierungsfall betrachtet und in diesem Sinne der Norm doch untergeordnet werden könnte.

Unter solchen Umständen haben wir also vor allem jedenfalls Grund, in der Formulierung A den Ausdruck der eigentlichen, sozusagen reinen Mischungsgesetzmäſsigkeit zu vermuten, und diese Vermutung erhält eine weitere, nicht unbeträchtliche Stütze, wenn sich in Betreff dessen etwas Näheres angeben läſst, was innerhalb des Anwendungsgebietes der Formulierung B jene Gesetzmäſsigkeit stört resp. verdunkelt. Das Bemühen in dieser Hinsicht erhält aber ganz bestimmte Richtung durch den Umstand, daſs es gerade die Helligkeit ist, die aus der allgemeinen Gesetzmäſsigkeit herauszutreten scheint.

§ 16. Die Sonderstellung der Helligkeit.

Greifen wir zunächst noch einmal auf die oben schon berührte triviale Tatsache zurück, dafs eine weifse Wand, wenn weifses Licht aus Einer Lichtquelle auf sie fällt, minder hell aussieht, als wenn sie auch noch aus einer zweiten ausreichend ausgiebigen Quelle solches Licht empfängt. Hier zweifelt niemand, wie die gröfsere Helligkeit im zweiten Falle zu verstehen sei: was sich zuträgt, ist nichts als eine Art Summierung der als Reize fungierenden physikalischen Vorgänge, vermöge deren das Licht, das hier die Augen des Beschauers trifft, gröfsere Intensität, d. h. eine Amplitude aufweist, die durch Superposition der Amplituden der beiden von der Wand reflektierten Lichter zu stande gekommen ist. Dafs mit der gesteigerten Reizstärke gesteigerte Helligkeit zusammengeht, ist ja selbstverständlich. Ersetzen wir nun das eine der beiden weifsen Lichter durch ein blaues, so tritt, wie ebenfalls schon erwähnt, gegenüber der Beleuchtung blofs durch das eine weifse Licht ebenfalls Helligkeitssteigerung ein. Was liegt näher, als hier ebenfalls Superposition der Reizwellen und daher Steigerung der Amplituden zu vermuten? Und wenn nun statt weifsen und blauen Lichtes rotes und blaues unsere Wand bestrahlt, allenfalls auch rotes und blaues Licht von spektraler Einfachheit, und wieder der Erfolg der Helligkeitssteigerung eintritt, werden wir Bedenken zu tragen haben, den Superpositionsgedanken auch hier in Anwendung zu bringen? Nun spielt freilich die Schwingungsform in der physikalischen Optik nicht dieselbe Rolle wie in der physikalischen Akustik, und dies hat, so viel ich sehe, darin seinen Grund, dafs man Anstand nimmt, den der Empirie an den Luftwellen entnommenen oder wenigstens zunächst an ihnen verifizierten Superpositionsgedanken kurzweg auf den Lichtäther zu übertragen, ehe die Erfahrung es ausdrücklich verlangt. Von einem Gesichtspunkte aber, der diese Übertragung an sich verböte, ist mir nichts bekannt. Nun scheint mir in der herkömmlichen Auffassung der durch zwei qualitativ gleiche Lichter bewirkten Helligkeitssteigerung diese Übertragung tatsächlich bereits vollzogen zu sein, und ich könnte nicht absehen, warum die weitere Übertragung auch auf den Fall der qualitativ verschiedenen Lichter bedenklicher sein sollte. Umgekehrt scheint mir vielmehr in der Übereinstimmung, die sich beim Zusammentreffen

qualitativ verschiedener Lichter im Vergleich mit dem Zusammentreffen qualitativ gleicher Lichter bezüglich der hier wie dort eintretenden Helligkeitssteigerung einstellt, eine Instanz dafür zu liegen, daſs die Auffassung des physikalischen Sachverhaltes durchaus im Rechte ist, wenn sie hier wie dort mit der Superposition der Lichtwellen rechnet. Natürlich käme eine solche Superposition nicht nur in den gesteigerten Amplituden, sondern auch in abgeänderten Schwingungsformen zur Geltung: doch wäre nach akustischen Analogien zu erwarten, daſs in letzteren die durch die Wellenlängen repräsentierten qualitativen Eigentümlichkeiten der Komponenten in einer sozusagen analysierbareren Weise konserviert blieben, als bei den resultierenden Amplituden gegenüber den sie zusammensetzenden möglich wäre.

Übrigens liegt, diese physikalische Konsequenz sozusagen endgültig zu ziehen, natürlich völlig auſserhalb meiner Kompetenz. Es wird aber sicher nicht zu wenig Zurückhaltung in sich schlieſsen, wenn ich sage: fallen zwei oder natürlich auch mehr physikalische Lichter zur selben Zeit auf denselben Ort, so verlaufen die Tatsachen so, als ob Superposition und sonach Amplitudensteigerung einträte. Wir dürfen also die Sachlage so beurteilen, als ob die Partialreize sich zu einem Totalreize vereinigten, dem gröſsere Intensität zukommt, als den Partialreizen, falls man nicht geradezu sagen kann, daſs seine Intensität durch die Summe aus den Intensitäten der Partialreize repräsentiert ist. Kürzer ausgedrückt: Reize, die in dem hier nicht wohl miſszuverstehenden Sinne räumlich und zeitlich zusammentreffen, summieren sich zu einem neuen Reize, in dem die Qualitäten cum grano salis ihre Eigenartigkeit bewahren, indes an Stelle der vorgegebenen Partialintensitäten eine neue gesteigerte Intensität tritt. Einem Reize von gesteigerter Intensität steht aber auch hier im Sinne der innerhalb so weiter Grenzen beglaubigten Gesetzmäſsigkeit eine gesteigerte Helligkeitsempfindung zur Seite.

Unter Bezugnahme auf das obige Schema von den beiden zusammentreffenden Totalursachen U und U' läſst sich der in Rede stehende Sachverhalt mithin so charakterisieren: die beiden Ursachen U und U' kommen hier nicht jede für sich zur Geltung, sondern vereinigen sich bereits selbst im Sinne der oben bloſs auf die Wirkungen angewendeten Regel, mindestens kommen für die Empfindung nicht zwei Lichtstärken, sondern nur eine Lichtstärke in Betracht, die jener Regel gemäſs die Summe der

beiden vorgegebenen Lichtstärken repräsentiert. Übrigens aber versteht sich von selbst, daſs der hiermit gewonnene Gesichtspunkt doch keineswegs für das ganze Anwendungsgebiet des Mischungsgesetzes B vorhält, falls diesem wirklich, wie ja oben wahrscheinlich geworden ist, auch die Mischungen am Rotationsapparate unterzuordnen sind. Inzwischen hat gerade in der Farbentheorie schon so of das physiologische Mittelglied für das aufkommen müssen, was das physikalische Anfangs- und das psychologische Endglied für sich zu leisten auſser stande waren, daſs es im gegenwärtigen Falle sicher nicht sonderlich gewagt sein wird, von demselben Auskunftsmittel Gebrauch zu machen. Lichter, die zu verschiedenen Zeiten auf die Netzhaut fallen, superponieren oder summieren sich gewiſs nicht; um so leichter können es die Erregungen tun, solange die Regeneration nicht hindernd in den Weg tritt. Freilich stünde dann nichts im Wege, diese Auffassung auch auf die eben zuvor erörterte Mischung aufeinanderfallender Lichter auszudehnen. Dort scheint aber doch die in der Physik anerkannte Superposition qualitativ gleicher Lichter den näheren resp. minder hypothetischen Anschluſs zu bieten.

Warum ähnliche Gedanken, falls man nicht etwa von der Peripherie ins Zentrum zurückgeht, bei binokularer Farbenmischung ausgeschlossen sind, ja warum bereits von vorn herein jeder Anlaſs zu solchen Gedanken fehlt, solange es bei der zur Zeit einzig in Betracht kommenden Auffassung dieser Mischungstatsachen bleibt, bedarf keiner Ausführung. So kann darüber, daſs die Stellung, die durch die Formulierung B der Helligkeit zugewiesen wird, eine Ausnahmestellung, Formulierung B selbst daher in dem von A abweichenden Teile eine Ausnahmebestimmung sei, um so weniger Zweifel obwalten, je sicherer wir den Grund anzugeben im stande sind, warum es gerade die Helligkeit ist, die sich in dieser Stellung befindet. Der Grund ist natürlich kein anderer als der, daſs die Helligkeit diejenige Bestimmung an den Farbenempfindungen ist, die in ihren Veränderungen zu den Veränderungen der Licht- oder doch Erregungsstärke in den nächsten Beziehungen steht, — der Umstand also, der so oft dazu Anlaſs gegeben hat, den Unterschied von Hell und Dunkel im allgemeinen, Weiſs und Schwarz im besonderen als Quantitätsunterschied zu behandeln.

Sollte die oben vorübergehend ins Auge gefafste Möglichkeit sich verwirklichen, dafs Erweiterung und Vertiefung unserer Kenntnis der binokularen Farbenmischung dazu führt, auch sie dem Gesetze B zu subsummieren, dann könnte natürlich von einer Ausnahmestellung der Helligkeit in den B-Fällen nicht mehr die Rede sein, da es ja dann andere Mischungsfälle als B-Fälle wohl überhaupt nicht gäbe. In Sonderstellung bliebe aber die Helligkeit auch dann gegenüber Farbenton resp. (cum grano salis) Sättigung, und es wäre immer noch keineswegs willkürlich, gerade ihr die Position aufser der Regel zuzuschreiben. Denn man dürfte auch dann behaupten, dafs das reine Mischungsgesetz in der Formulierung A eigentlich die Helligkeit sozusagen in sich befassen sollte, und nur die Eigenart der der Helligkeit zugeordneten Reize resp. Erregungen hier die Abänderung im Sinne des Gesetzes B mit sich führt.

§ 17. Zur Präzisierung des Quantitätsmomentes.

Darf durch das Gesagte im allgemeinen für dargetan gelten, dafs es zuletzt nur ein und dasselbe Mischungsgesetz ist, das in der Gestalt A sozusagen rein, in der Gestalt B einigermafsen entstellt zur Geltung kommt, so verlangt nun noch ein Punkt ausdrückliche Erwägung, der zwar, falls den Mischungen am Rotationsapparat durch die obigen Untersuchungen die richtige Stelle angewiesen worden ist, nicht mehr die Übereinstimmung von A und B betrifft, dafür aber eine Unklarheit zunächst, obwohl kaum ausschliefslich, innerhalb des Bereiches des Gesetzes B, in der sich unter Umständen geradezu etwas wie ein innerer Widerspruch zu verraten scheint. Ich meine das quantitative Moment, das eine unerläfsliche Voraussetzung der Schwerpunktskonstruktion ausmacht und oben in der ersten Formulierung des Mischungsgesetzes durch Satz II seinen Ausdruck gefunden hat.

Vergleicht man nämlich erstens die Mischungen am Farbenkreisel und die Mischungen durch gleichzeitige Bestrahlung derselben Stelle daraufhin miteinander, so bietet sich im ersten Falle als das quantitativ Ausschlaggebende die Sektorenbreite oder auch die Einwirkungszeit des betreffenden Lichtes, im zweiten Falle dagegen die Lichtstärke (Amplitude) dar, wie sie in der Regel, freilich nicht mit jederzeit voraussetzungsloser Genauigkeit, in den den zu mischenden Lichtern zugewiesenen

Spaltbreiten zur Geltung kommt. Lichtstärke und Lichtdauer aber sind, wie oben schon einmal zu erwähnen Gelegenheit war, ganz verschiedene Dinge, und es scheint nicht wohl ein und dasselbe Mischungsgesetz sein zu können, das einmal auf das eine, ein andermal auf das andere Quantitätsdatum Bezug nimmt.

Es kommt nun zweitens noch hinzu, dafs das Einbeziehen der Lichtstärken mit dem Grundcharakter des Mischungsgesetzes gar nicht vereinbar scheint. Dieses Gesetz handelt ja von zwei Reizen, von denen einer der Farbenempfindung *a*, der andere der Farbenempfindung *b* entspricht: es gibt an, was aus der Mischung je nach dem quantitativen Verhalten der beiden Reize resultiert. Darin liegt die quantitative Variabilität jedes der beiden Reize prinzipiell impliziert, und man macht von dieser ganz ausdrücklich Anwendung, wenn man etwa daraus resp. aus der Schwerpunktskonstruktion die Konsequenz zieht, dafs der Ort der Mischfarbe *m* je nach dem Verhältnisse der Reizquantitäten in jeden Punkt der Linie *a b* fallen kann. Und dies hat auf dem Farbenkreisel auch gar keine Schwierigkeiten: es steht ja bei mir, welche Sektorenbreite ich einer Farbenscheibe von bestimmtem Grün, bestimmtem Blau u. s. f. erteilen will. Was soll aber dieselbe Forderung im Hinblick auf Lichtstärken, da doch mit der Stärke des Reizes sich normalerweise auch die Qualität, zunächst die Helligkeit, der Empfindung ändert? Was soll ein Gesetz über die Bedeutung der quantitativen Veränderung des *a*-Reizes und des *b*-Reizes, wenn bei jeder quantitativen Veränderung der betreffende Reiz einfach aufhört, ein *a*-Reiz oder ein *b*-Reiz zu sein? An das Vorliegen einer wirklichen Ungereimtheit in der hier in Frage kommenden Anwendung des Mischungsgesetzes wird schwerlich jemand glauben: um so deutlicher fühlt jeder, dafs der in gewissem Sinne so bekannte Sachverhalt offenbar an irgend einer Stelle immer noch nicht ausreichend durchsichtig ist.

Ich beginne mit der zweiten Schwierigkeit. Sie erledigt sich, wenn man sich daran erinnert, dafs es sich hier um Mischungsfälle handelt, in denen infolge der Superposition der Reize das Mischungsgesetz in Betreff der Helligkeit durch ein Summationsgesetz ersetzt ist. Das Mischungsgesetz gilt hier also, wenn wir die Sättigung aufser Betracht lassen, nur von Farbentönen, indem es aussagt, dafs wenn ein Reiz vom Farbentone *a* mit einem Reiz vom Farbentone *b* gemischt wird, eine Mischung

vom Farbentone *m* zum Vorschein kommt. Hier bedeuten also *a*, *b* und *m* nicht die Farben sozusagen in ihrer Totalität, sondern nur im Hinblick auf Eine Bestimmung, die man unter dem Namen des Farbentons von den übrigen Bestimmungen aussondert. Das läfst sich übrigens nicht nur aus den hier durchgeführten Untersuchungen ableiten, sondern findet auch seine ganz direkte Verifikation an der Intention, in der man Mischungsfragen zumeist aufwirft und beantwortet. Das Mischungsgesetz soll darüber Aufschlufs geben, was herauskommt, wenn man etwa Rot mit Gelbgrün, oder Blau mit Gelbgrün mischt. Die Farbennamen der Sprache sind schon selbst in der Regel Farbentonnamen. Auch der Begriff der Komplementärfarben betrifft nur den Farbenton; und wenn man sich etwa die Aufgabe stellt, über die Mischung von Spektralfarben Genaueres festzustellen, so arbeitet man freilich mit ganz bestimmten Farben, aber das Interesse ist dabei zweifellos zunächst dem Farbentone zugewandt. Haben wir also die Symbole *a*, *b* und *m* bisher dazu verwendet, sozusagen die ganzen, genauer die bestimmten Farben durch sie zu bezeichnen, so mag es deutlicher sein, durch eine Abänderung dieser Symbole die Fälle auszuzeichnen, wo von den Farben nur mit Rücksicht auf ihren Ton die Rede sein soll. Bezeichnen wir also etwa den in *a*, *b* und *m* gegebenen Farbenton bezüglich mit a', b' und m', so können wir, was in einem der in Rede stehenden Fälle dem eigentlichen, unentstellten Mischungsgesetze folgt, an einer Linie symbolisieren, die a' und b' verbindet und die nun auch wieder den Ort des m' in sich enthält. Die Lage dieser Punkte auf dem Farbenkörper ist insofern unbestimmt, als zu einem bestimmten Farbenton und einer bestimmten Sättigung, wenn die Helligkeit unbestimmt bleibt, allemal eine ganze, zur Weifs-Schwarz-Achse parallele Linie gehört, im Falle unbestimmter Sättigung sogar eine Ebene, diejenige nämlich, die man sich durch die erwähnte Linie und die Weifs-Schwarz-Achse gelegt denken kann. Praktisch wird man am einfachsten verfahren, wenn man die für a', b' und daher auch m' zu wählende Linie in die Region maximaler Sättigung, also in die Grundfläche des Farbenkörpers legt.

Der Ersatz von *a*, *b* und *m* durch a', b' und m' behebt nun ohne weiteres die hier an die Quantitätsbestimmungen sich scheinbar knüpfende Unzukömmlichkeit. Ein *a*-Reiz kann sich

freilich nicht in seiner Stärke ändern, ohne zugleich *a* mitzuändern und so den Anspruch darauf zu verlieren, immer noch ein *a*-Reiz zu sein. Ein *a'*-Reiz dagegen kann dies ohne weiteres, da *a'* nichts als einen Farbenton bedeutet, ein Farbenton aber unverändert bleiben kann, auch wenn sich die Helligkeit ändert. Ebenso läſst *b'* die Variabilität in Betreff der Helligkeit ganz und gar offen: weder *a'* noch *b'* bestimmt aber etwas in Betreff der Helligkeit der durch *m'* nur nach Farbenton und höchstens noch Sättigung präzisierten Mischfarbe.

Weiter wird es nun auch nicht mehr schwer fallen, der Verschiedenheit der in verschiedenen Mischungsfällen maſsgebenden Quantitätsdaten einiges Verständnis abzugewinnen und damit die erste der beiden oben namhaft gemachten Schwierigkeiten zu beseitigen. Man braucht sich zu diesem Ende nur die oben schon einmal herangezogene Analogie ins Gedächtnis zu rufen, die zwischen dem Vorgange beim Sehen und dem bei einer photochemischen Einwirkung besteht und die ja ohnehin, wenn nicht alle Anzeichen trügen, weit mehr ist als bloſse Analogie. Man kommt im Prinzip zum nämlichen Ziele, wenn man eine photographische Platte unter Verwendung eines lichtstarken Objektivs während kurzer Zeit oder unter Verwendung eines lichtschwachen Objektivs während langer Zeit exponiert, und hat man Zeit genug, so führt auch eine bloſse Lochcamera zum Ziele. Daſs es beim Sehen ganz anders zuzugehen scheint, das liegt an der relativen Flüchtigkeit unserer Gesichtseindrücke, die auch einen ganz sorgfältigen Beobachter in der Meinung bestärken kann, als reagierte unser Gesichtssinn mit der Promptheit eines Spiegels auf alles, was sich sozusagen Augenblick für Augenblick im Gesichtsfelde zuträgt. Wir wissen jetzt, daſs der Flüchtigkeit der Spiegelbilder zwar die der Netzhautbilder, nicht aber die der Wirkungen dieser Bilder, sit venia verbo, an die Seite zu setzen ist, daſs vielmehr die Flüchtigkeit dieser letzteren mit dem Verlaufe des organischen Stoffwechsels in engster Verbindung stehen dürfte und daher auch in der Geschwindigkeit dieses Verlaufes ihre Grenze findet. Innerhalb dieser Zeitgrenze verhält sich unser Gesicht wie die photographische Platte, so daſs sich da einfach sagen läſst: die durch einen gegebenen Lichtreiz erzielte Wirkung ist um so gröſser, einerseits je stärker das Licht, andererseits je gröſser seine Einwirkungszeit ist. Bezeichnen wir also etwa mit *i* die Lichtstärke, mit *t* die Expositions-

zeit, mit w endlich die Wirkung, so besteht, immer unter der Voraussetzung, dafs die Zeitgrenze, jenseits welcher die Regeneration zur Geltung kommt, nicht überschritten wird, die Gleichung:

$$w = i\,t.$$

Es liegt nahe, sich dabei unter der quantitativ veränderlichen Wirkung w die Erregung zu denken, mit der unter normalen Umständen die Helligkeit des empfundenen Lichtes steigt resp. abnimmt.

Nun erkennt man vor allem ohne weiteres, dafs i und t die beiden Quantitätsdaten sind, deren sozusagen koordinierte Position bei verschiedenen Mischungsfällen vor allem auffallend ist. Denn dafs i je nach Umständen direkt als Amplitude, bald mehr indirekt als Spaltbreite auftreten kann, wird für sich allein niemanden befremden. Das Nähere ergibt nun die Berücksichtigung der für die verschiedenen Mischungsfälle charakteristischen Sachlage, wenn man zugleich in Rechnung zieht, dafs den obigen Mischungsgesetzen I und II zufolge für den Ort des m, soweit er Ergebnis der Mischung ist, nicht die absoluten, sondern nur die relativen Quantitätsdaten in Rechnung kommen.

Vielleicht ist es aber nicht überflüssig, diese Tatsache zuvor ausdrücklich dem Zweifel gegenüber sicher zu stellen, der aus der unanfechtbaren Erkenntnis hervorgehen könnte, dafs doch auch die absoluten Reizquanta für den Ausfall einer Mischung das Ihre zu bedeuten haben. Wenn ich den Farbenkreisel bei ungeänderter Sektorenbreite einmal heller, einmal minder hell beleuchte, so ist natürlich auch das Mischungsergebnis nach seiner Helligkeit verschieden; ebenso, wenn ich mit Hilfe der Heringschen Fenstereinrichtung[1] unter Benutzung der nämlichen Spaltbreiten einmal zu Mittag, ein andermal gegen Abend, einmal bei heiterem, ein andermal bei trübem Himmel Licht einlasse. Dafs gleichwohl für das Mischungsgesetz unter allen Umständen nur das Verhältnis der betreffenden quantitativen Bestimmungen in Frage kommt, hat je nach der Natur der Mischungsfälle einen verschiedenen Grund. Wo das Mischungsgesetz streng genommen nicht mit a, b und m, sondern mit a', b' und m' zu tun hat, d. h. wo es die Helligkeit sowohl bei den

[1] Vgl. E. Hering: „Eine Vorrichtung zur Farbenmischung, zur Diagnose der Farbenblindheit und zur Untersuchung der Kontrasterscheinungen." *Pflügers Archiv* 42, (1888), S. 119 ff.

Komponenten als bei der Mischfarbe aufser Betracht läfst, ist der Umstand mafsgebend, dafs die absoluten Reizquanta zunächst nur für die Helligkeit von Belang sind. Wird dagegen die Helligkeit mitberücksichtigt, so geschieht dies schon bei der Bestimmung des Ortes von *a* und *b* sowie der zugleich mit festgelegten Verbindungslinie *a b* im Farbenkörper. Die quantitativen Data in Betreff der Reize haben nur noch die Distanz des *m* von *a* und *b* zu bestimmen: hierfür entscheiden aber nach der Schwerpunktskonstruktion nur relative, nicht absolute Gröfsen. Zusammenfassend also: die absoluten Gröfsen verschlagen entweder deshalb nichts, weil die absoluten Data durch die Örter von *a* und *b* bereits berücksichtigt sind, oder deshalb nichts, weil, was mit Helligkeiten zusammenhängt, in die Anwendung des Mischungsgesetzes gar nicht einbezogen ist.

Treten uns also am Lichtreiz im allgemeinen als quantitative Bestimmungen die Faktoren *i* und *t* (letzterer unter Voraussetzung ausreichend kleiner Zeitstrecken) entgegen, und kommen ferner für die Mischungsgesetze nicht die absoluten, sondern nur die relativen Reizquanta in Betracht, so sind die hier ausschliefslich entscheidenden Gröfsendata repräsentiert durch das Verhältnis zweier Produkte aus *i* und *t*, allgemein also durch einen Bruch von der Form $\frac{i_1 t_1}{i_2 t_2}$. Handelt es sich nun näher um einen Mischungsfall, wo die Reize im wesentlichen gleichzeitig wirksam sind, so sind die *t*-Werte in Zähler und Nenner gleich, so dafs nur die Relation der Lichtstärken *i* zu berücksichtigen bleibt. Das gilt von der binokularen Farbenmischung ebenso gut wie von gleichzeitiger Bestrahlung einer Stelle durch mehrere Lichter. In beiden Fällen kommt normalerweise noch hinzu, dafs die dabei in Betracht kommenden Zeiten die Grenze erheblich überschreiten, innerhalb welcher der *t*-Faktor die ihm im Sinne der Analogie photochemischer Vorgänge zuerkannte Rolle zu spielen vermag. Beim Farbenkreisel kann man freilich nicht umgekehrt sagen, dafs etwa die *i*-Werte des obigen Bruches sich aufheben: die verwendeten Pigmente müssen ja durchaus nicht gleich lichtstark sein. Da aber hier die Reize vermöge ihrer Beziehung zu *a* und *b*, d. h. zu den völlig bestimmten Empfindungen in die Gesetzmäfsigkeit eingehen, so ist der fragliche Intensitätsunterschied ebenfalls bereits bei der Bestimmung der Lage der Verbindungslinie *a b* einbegriffen.

Anders ausgedrückt: der i-Faktor kann in solchen Fällen jedesmal weggelassen werden, weil hier das Mischungsgesetz erst zwischen Farben von vorgegebener Helligkeit zur Anwendung gelangt, die in der Relation des obigen Satzes II auf gleichem Fuſse, insofern also, soweit es auf ihre Qualität (einschlieſslich Helligkeit) ankommt, beide mit Einheitswert in Rechnung gezogen werden müssen. So sind hier nur die Sektorenbreiten resp. die jeder Farbe zukommenden Zeiten t maſsgebend.

Wo das quantitative Moment durch den i-Faktor vertreten ist, findet man nicht selten statt Daten über Amplituden solche über Spaltbreiten. Vorauszusetzen ist dabei, wie schon aus früherem ersichtlich, daſs die Lichter, um deren Mischung es sich handelt, nicht etwa vermittelst ihres nach allen drei Dimensionen bestimmten Aussehens gegeben sind. Sollen die quantitativen Bestimmungen des Mischungsgesetzes Anwendung finden können, so muſs in Betreff der Reize auch hier eine gewisse quantitative Variabilität noch offen sein, es dürfen eben nur a'- und b'-Reize, nicht aber a- und b-Reize in Betracht kommen. Weil aber derselbe Spalt Lichter der verschiedensten Helligkeit, d. h. Amplitude durchläſst, so kann die Spaltbreite doch immer nur erst unter noch spezielleren Voraussetzungen den i-Faktor ausmachen, so etwa, wenn man weiſs, daſs die beiden Lichter bei gleichen Spaltbreiten gleich hell aussehen, oder auch, wenn aus der Natur der Lichtquellen sich bestimmte Anhaltspunkte in dieser Hinsicht ergeben. Wir berühren damit die natürlich keineswegs seltenen Fälle, wo die Komponenten nicht psychologisch, d. h. ihrem Aussehen nach, sondern in anderer Weise bestimmt sind. Die Frage- resp. Aufgabestellung kann dadurch leicht äuſserlich eine ganz andere werden, ohne daſs an dem im Mischungsgesetze kodifizierten Kern etwas geändert würde. Leicht kann dann wieder eine Sachlage gegeben sein, die die Spaltbreiten zu berechtigten Repräsentanten des Quantitätsmomentes macht, so z. B. beim Mischungsdreieck genauer an der Mischungskurve der Spektralfarben, soweit es sich dabei nur darum handelt, festzulegen, in welchen Mengen die ihrer sonstigen Beschaffenheit nach eben vorgegebenen Spektrallichter genommen werden müssen, um diesen oder jenen Mischungserfolg, zumeist insbesondere, um Weiſs zu ergeben.

Das eben in Betreff des i-Faktors Dargelegte bezieht sich selbstverständlich in erster Linie auf Mischung durch gleich-

zeitige Bestrahlung; indes ist in Betreff der binokularen Farbenmischung nichts prinzipiell anderes zu sagen. In der Regel werden hier die zu mischenden Lichter ihrem ganzen Aussehen nach, also durch die Empfindungen *a* und *b* vorgegeben sein: diese also auch der Intensität nach bestimmten Lichter können in demselben Sinne wie durch gleiche Sektoren repräsentierten Lichter am Farbenkreisel nicht wohl anders als in gleichen Quantitäten vorliegen, so daſs der Ort der Mischfarbe *m* hier kurzweg als die Mitte zwischen *a* und *b* zu bestimmen sein wird. Erst wenn einmal auch hier die zu mischenden Lichter anders als nach ihrem Aussehen bestimmt wären, könnte bei Anwendung des Mischungsgesetzes der *i*-Faktor etwa als Spaltbreite oder sonst irgendwie in Rechnung zu ziehen sein.

Im Überblicke erkennt man, daſs die fürs erste befremdende Verschiedenartigkeit dessen, was als Quantität in das Mischungsgesetz eingeht, sehr wohl unter einen Gesichtspunkt zu bringen ist, dem gemäſs man in dieser Verschiedenheit nur das Ergebnis der jedesmaligen besonderen Sachlage vor sich hat. Überall kommt es auf Stärke und Einwirkungszeit der betreffenden Lichtreize (Schwarz als Grenzfall einbegriffen) an: aus den verschiedensten Gründen verschwindet aber bald der eine, bald der andere der beiden Faktoren aus der nur die relativen Quanta berücksichtigenden Rechnung. Besondere Beachtung verdient dabei, daſs die quantitativen Bestimmungen sich nicht nur je nach der Beschaffenheit des Mischungsfalles verschieden gestalten, der gerade vorliegt, sondern auch nach dem Gesichtspunkte, unter dem die Komponenten sowie das Mischungsergebnis erfaſst werden.

§ 18. Allgemeines und Zusammenfassendes über Farbenmischung.

Indem mir nunmehr nur noch erübrigt, aus den Ergebnissen der voranstehenden Untersuchungen die Summe zu ziehen, scheint es mir angemessen, dem Tatsachengebiet, das uns hier beschäftigt hat, vorher ein paar allgemeinere Erwägungen zu widmen.

Wer die Erfahrungen, die in den Farbenmischungsgesetzen kodifiziert sind, dem allgemeinen Mischungsgedanken zu subsummieren versucht, bedroht damit weit mehr die diesem Ge-

danken von Natur zukommende Klarheit, als er den psychischen Geschehnissen näher tritt, um deren Erfassen ihm im Grunde doch zunächst zu tun ist. Was der Hauptsache nach vorgeht, wenn zwei Flüssigkeiten oder zwei Pulver gemischt werden, weifs jedermann, und kann auch leicht einsehen, wie aus den ihren Teilen nach sich gewissermafsen durchdringenden Komponenten neue Ganze entstehen, die einer Komponente um so ähnlicher sind, je mehr Teile von ihr sie enthalten. Das ist genau ebenso durchsichtig, als die Tatsache der Ähnlichkeit durch gleiche Teile durchsichtig ist. Und auch die Übertragung auf die Farben scheint sich, freilich zunächst am leichtesten unter Vermittlung der Farbstoffe, ohne sonderliches Hindernis zu vollziehen: denn auch die Farben, die sozusagen auf einem und demselben Raume zusammen Platz finden müssen, scheinen darauf angewiesen, sich einigermafsen zu durchdringen. Vor allem aber: das Ergebnis der Mischung steht den Komponenten in Betreff seiner Ähnlichkeit ganz ebenso gegenüber, wie man es bei gewöhnlichen Mischungen antrifft und voraussehen kann. Aber folgt aus Gleichheit von Teilen Ähnlichkeit der Ganzen, so werden nicht umgekehrt durch Ähnlichkeit gleiche Teile gewährleistet: für Farben insbesondere geht das nicht an, weil es keine Farbe gibt, genauer keine geben kann, die Farben zu Teilen hätte. Wir kommen damit auf eine bereits im ersten Abschnitte dieser Untersuchungen[1] ausführlicher abgehandelte Angelegenheit zurück, bei der darum neuerlich zu verweilen entbehrlich ist. Aus dem Mifslingen jeder Analyse können wir jetzt kurz sagen, dürfte auf das Bestehen einer Unmöglichkeit sicher nicht erkannt werden: denn was bis heute nicht gelungen ist, kann morgen gelingen, es sei denn, dafs die Unmöglichkeit sich eben einsehen läfst. Diese Evidenz aber bietet sich jedem dar, der den Gedanken einer beliebig kleinen Fläche, die zugleich verschiedene Farben hätte, anschaulich zu konzipieren versucht. Der Schein, der sich bei den sogenannten Mischfarben einstellt, könnte, auch wenn es kein Mittel gäbe, ihn psychologisch zu verstehen, gegen solche Einsicht nicht aufkommen: doch ist das Zurückgehen auf die allerdings einigermafsen hypothetischen „Farbenelemente“ vielleicht nicht ungeeignet, über den Gegensatz der Haupt- und Nebenfarben einige Rechenschaft zu geben.

---

[1] Vgl. oben § 6.

Wie immer es indes mit dem Werte dieses Versuches bewandt sei, in keinem Falle können zwei Farben, so wie wir sie empfinden, in ein Mischungsverhältnis zueinander eintreten; als Farben sind die Mischfarben nicht minder einfach als ihre Komponenten, kurz: eine psychologische Farbenmischung im strengen Sinne gibt es nicht. Gibt es gleichwohl eine Farbenmischung, an der die Psychologie interessiert ist, so steht zu vermuten, dafs darin der einfache Mischungsbegriff des täglichen Lebens in einigermafsen modifizierter Gestalt realisiert erscheint.

In der Regel besteht diese Modifikation darin, dafs die Mischung, die man von den Empfindungen (genauer von deren Gegenständen) aussagt, zwar eine ganz gewöhnliche Mischung ist, aber nur zwischen den physikalischen Vorgängen sich zuträgt, die jenen Empfindungen als Reize gegenüberstehen. Sagt man also, *a* und *b* mische sich zu *m*, so heifst dies genau genommen nur, der *a*-Reiz und der *b*-Reiz mischen sich zu etwas was einen *m*-Reiz abzugeben im stande ist. Man könnte diese Mischung, obwohl an einem solchen Zusammentreten von Lichtern (der Schwarzreiz nimmt die Position des Grenzfalles ein, in der er freilich mit erstaunlicher Deutlichkeit an die alte „causa deficiens" gemahnt) die Physik von ihrem Standpunkte aus kaum viel Bemerkenswertes zu verzeichnen haben wird, billig als physikalische Farbenmischung charakterisieren im Gegensatze zu einer immerhin dem Naiven schon etwas ferner liegenden, theoretisch dafür um so fruchtbareren Betrachtungsweise, die von den Empfindungen *a* und *b* statt zu den Reizen blofs bis zu den zugehörigen Erregungen zurückgeht, und das Zusammentreffen der *a*-Erregung mit der *b*-Erregung im Hinblick auf dessen psychologische Bedeutung ins Auge fafst. Auch dieses Zusammentreffen wird man wohl ohne allzu grofse Willkürlichkeit als eine Art Mischung dieser Erregungen betrachten dürfen, die dann physiologische oder etwa auch psychpohysische Farbenmischung heifsen könnte, obwohl zunächst auch hier das psychische Ergebnis dieser Mischung, die Beschaffenheit der *m*-Empfindung, im Mittelpunkte des Interesses steht. Weil es aber um so vieles näher liegt, die Empfindung statt mit dem ihr nächstverbundenen physischen Vorgange mit dem Reize in Beziehung zu setzen, dessen natürliches Erkenntnismittel sie ist, so pflegt man auch die Gesetze physiologischer Farbenmischung, wo immer es angeht, als Relationen zwischen den Empfindungen

und den die sich mischenden Erregungen auslösenden Reizen zu formulieren, und Fälle, wo dies wegen mangels normal zugeordneter Reize nicht mehr angeht, gar nicht mehr als eigentliche Mischungsfälle anzuerkennen. Formuliert man etwa, was sich der konsequenten Durchführbarkeit wegen sehr empfiehlt, die Farbenkontrast- resp. Lichtinduktionsgesetze so, daſs man sagt, man habe die Empfindung, als ob an der betreffenden Stelle des Sehfeldes oder der Netzhaut die Kontrast- oder Induktionsfarbe zugemischt wäre, so spürt jedermann sofort den fiktiven Charakter dieser Aufstellung, obwohl vom Standpunkte der Erregung eine Fiktion möglicherweise gar nicht vorliegt.[1]

So ist denn das, was man unter dem Namen der Farbenmischung und der Farbenmischungsgesetze im Auge hat, nur ein Kapitel aus der Lehre von den Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung. Die Farben, von deren Mischung man spricht, sind keine subjektiven, sondern objektive Farben: die Mischung trägt sich natürlichst im Reiche dieser objektiven Farben selbst, also zwischen den affizierenden Lichtern zu; sie kann sich jedoch auch sozusagen bloſs im Nachbarreiche der Erregungen zutragen. Aber nicht ob oder wie sich die Farben in diesem physikalischen oder physiologischen Sinne mischen, ist der Inhalt der Mischungsgesetze, sondern, wie diese objektiven Farben, nachdem sie sich physikalisch wirklich oder physiologisch in einem ziemlich beiläufigen Sinne des Wortes gemischt haben, „aussehen". In diesem Sinne und innerhalb der dadurch vorgezeichneten Grenzen ist auch in den vorstehenden Untersuchungen von der Farbenmischung und deren Gesetzen die Rede gewesen. Ich fasse die Ergebnisse dieser Untersuchungen in den nachstehenden Sätzen zusammen.

1. Je nachdem die Reize sich wirklich selbst mischen oder nur eine Quasi-Mischung eingehen, indes etwas wie Mischung nur an den durch sie ausgelösten Erregungen zu statuieren ist, untersteht, was die Erfahrung an Farbenmischungen darbietet, zwei Typen, die man füglich als den Typus der physikalischen und den der physiologischen Mischung auseinanderhalten könnte. Der erstere findet sich, so viel mir bekannt, nur in dem Einen Falle realisiert, daſs dieselbe Stelle der Netzhaut von mehreren

[1] Vgl. W. Wirth: „Der Fechner-Helmholtzsche Satz über negative Nachbilder und seine Analogien." *Philosophische Studien* 18, S. 665 ff.

Lichtern bestrahlt wird, was gewöhnlich oder mindestens bei leichtest zu übersehender Sachlage darauf zurückgeht, dafs die betreffenden Lichter von demselben sie beleuchtenden Körper reflektiert werden. Der andere Typus fafst je nach der äufseren Lage der Dinge wenigstens drei Fälle unter sich, vor allem den Fall intermittierenden oder wechselnden Lichtes häufigst, doch nicht ausschliefslich repräsentiert durch die Mischung an rotierenden Scheiben, dann die binokulare Farbenmischung, endlich die (gleich allen übrigen Fällen mit Ausschlufs des letztgenannten im Prinzip unokulare) Mischung des räumlich Nahen, soweit sie nicht als Irradiationsfall dem ersten Typus zuzuweisen ist. Sie ist im obigen aufser näherem Betracht geblieben. Den beiden Typen der physikalischen und der physiologischen Farbenmischung steht ein Typus psycholgischer Farbenmischung nicht zur Seite.

2. Dagegen sind es jederzeit psychische Daten, gegenständlich resp. inhaltlich mehr oder weniger bestimmte Empfindungen, die in den Gesetzen der Farbenmischung verbunden auftreten. Diese Gesetze sind daher jederzeit als Sätze über Relationen zwischen den Punkten eines richtig konstruierten psychologischen Farbenkörpers auszusprechen.

3. Im allgemeinen liegt die Mischfarbe allemal zwischen den Komponentenfarben. Doch gilt dies mit voller Strenge nur von dem einen Falle des zweiten Typus (von der binokularen Farbenmischung), vom anderen Hauptfalle dieses Typus (der Mischung an rotierenden Scheiben) nur unter Voraussetzung einigermafsen äufserlichen Betrachtungsweise, indes beim ersten Typus die Mischung stets hellere Farben zum Ergebnis hat. Ausreichend äufserlich betrachtet entsprechen also den beiden Mischungstypen auch zweierlei Mischungsgesetze.

4. Die Distanz der Mischfarbe von ihren Komponenten bestimmt sich, abgesehen von dem sub 3 für den Typus physikalischer Mischung berührten Vorbehalte, nach der relativen Quantität der Reize im Sinne der bekannten Schwerpunktskonstruktion, aber unter dem Namen der Quantität kommt in den verschiedenen Mischungsfällen Verschiedenes in Betracht. Bei physikalischer Mischung, desgleichen bei physiologischer, wenn sie binokular ist, tritt die Lichtstärke in den Vordergrund; bei Succession der zu mischenden Lichter deren Bestrahlungszeit. Im einzelnen finden noch weiter gehende Differentiationen

statt: dies hängt aufser mit den Umständen, unter denen die Mischungen sich vollziehen, noch mit dem besonderen Sinne zusammen, in dem Mischungsbehauptungen in verschiedenen Fällen aufgestellt werden, sofern diese zur Bestimmung der Farben bald aufserpsychische bald psychische Momente in Anspruch nehmen und auch im letzteren Falle die Farben bald in ihrer ganzen Bestimmtheit, bald nur dem Farbentone und etwa noch der Sättigung nach ins Auge fassen.

5. Trotz derartiger Verschiedenheiten gibt es streng genommen nur Ein Mischungsgesetz für die Farben. Dasselbe steht zwar nicht auf gleicher Erkenntnisstufe mit Sätzen der Mathematik, läfst aber neben einem zweifellos vorliegenden empirischen Momente einen starken Zug zu apriorischer Einsichtigkeit nicht verkennen. Das Quantum, von dem es handelt, ist, näher besehen, ursprünglich überall das Produkt aus Lichtstärke und Bestrahlungszeit. Der Unterschied zwischen physikalischer und physiologischer Mischung in Betreff der jedesmal resultierenden Helligkeit ist aber so aufzufassen, dafs das Gesetz nur bei physiologischer Mischung und auch da wahrscheinlich nur im einen Hauptfalle derselben, bei der binokularen Farbenmischung sich in voller Reinheit präsentiert. Bei physikalischer Mischung wird diese durch den Umstand getrübt, dafs hier hinsichtlich der Intensität, d. h. Amplitude der zusammentreffenden Lichter gar keine eigentliche Mischung mehr vorliegt, da aus solchem Zusammentreffen sozusagen ein neuer Reiz, genauer ein Reiz mit neuer Amplitude hervorgeht, auf die dann psychisch durch eine Empfindung von gesteigerter Helligkeit reagiert wird. Wer vorzieht, die gesteigerte Amplitude mit der vermehrten Masse des Gemisches etwa zweier Flüssigkeiten in Parallele zu stellen, der müfste eben deshalb, weil das Ganze stets gröfser ist als seine Teile, die Reizintensität und deren psychisches Korrelat, die Helligkeit, für diese Mischungsfälle aufserhalb des Gesetzes stellen, was für die Auffassung des letzteren natürlich auf dasselbe hinauskommt. Tritt Helligkeitssteigerung auch bei physiologischer Mischung auf, was für die rotierenden Scheiben bei genauerer Betrachtung der Vorgänge an denselben sehr wahrscheinlich wird, so ist statt Superposition der Reize eine Art Superposition der Erregungen zu vermuten.

Man ersieht hieraus, dafs eigentlich nicht, wie man zunächst zu glauben geneigt ist, die physikalischen Farbenmischungen

die reinsten und durchsichtigsten Mischungsfälle ausmachen, sondern die physiologischen Mischungen, bei denen die Verteilung der Reize auf die beiden Augen oder (bei ausreichend äufserlicher Betrachtung) die Verteilung auf verschiedene Zeitstrecken offenbar viel weniger stört, als das Zusammentreffen der Reize bei gleichzeitiger Bestrahlung. Für die rotierenden Scheiben insbesondere ergibt sich daraus noch die Konsequenz, dafs man den dabei verwendeten Pigmenten sozusagen Unrecht tut, wenn man deren geringe Leistungsfähigkeit im Vergleiche mit Spektralfarben unter anderem daran zu erkennen glaubt, dafs man auf dem Farbenkreisel nie Weifs, sondern höchstens Grau erhält. Selbst wenn man im stande wäre, die leuchtendsten Spektralfarben auf eine Farbenscheibe aufzutragen, die Rotation würde im Vergleich mit der Mischung derselben Farben durch Übereinanderlegen der Spektra doch nichts anderes als ein Grau zum Ergebnis haben können, weil die für das Weifs erforderliche Helligkeitssteigerung diesmal ausbleiben müfste.

(Eingegangen Ostern 1903.)

Das Ticktack der Uhr in akustischer und sprachphysiologischer Beziehung.

Von

O. Rosenbach in Berlin.

Es ist eine alte Erfahrung, dafs auch diejenigen, die gewöhnt sind, sich um das Wie und Warum auffallender Erscheinungen zu kümmern, doch die alltäglichen Vorkommnisse nicht beachten, teils weil man nur das Seltenere für interessant hält, teils weil man sich den altgewohnten Erscheinungen gegenüber gewöhnlich mit irgend einer oberflächlichen Erklärung, die vielleicht schon aus der Kindheit stammt, begnügt. So ist es nicht merkwürdig, dafs mir, als ich mich im Verlaufe von Untersuchungen über die Herztöne mit der Entstehung des uns allen von Kindheit an vertrauten Ticktack der Uhr beschäftigte, weder Gelehrte noch Ungelehrte, weder Fachmänner noch Laien, darüber Auskunft geben konnten, warum denn eigentlich bei den anscheinend gleichen Verhältnissen des Pendelschlages — der Anker greift ja mit gleichem Arme einmal links, einmal rechts in die gleichartigen Zähne des Rades ein — doch ein so verschiedener akustischer Eindruck sich ergibt. Einige hielten die Frage überhaupt keines besonderen Interesses wert, andere, die mit dem Mechanismus der Uhr Bescheid wufsten, hatten sich mit den akustischen Differenzen nie beschäftigt oder hielten die Erscheinungen für zufällig oder subjektiv; aber auch die mit dem akustischen Vorgang Vertrauten nahmen an, dafs es sich nur um kleine Abweichungen in der Beschaffenheit des Echappements oder unwesentliche Differenzen des Gleichgewichtes, der Uhrlage etc. handle, und dafs es demnach ein Zufall sei, ob eine Uhr das Tick resp. Tack bei einer Pendelschwingung nach links oder nach rechts hören läfst. Da ich nun nach eingehender

Untersuchung eine befriedigende Erklärung gefunden habe, die stets anfänglich mit einiger Überraschung oder Widerspruch aufgenommen wird, so halte ich es nicht für ganz unlohnend, dieser, bei aller Einfachheit recht interessanten und, was das wichtigste ist, experimentell zu prüfenden Erscheinung, welche wichtige Fragen der Sinnesphysiologie und -Psychologie berührt, eine kleine Besprechung zu widmen.

Es sind durch die Untersuchung folgende Fragen zu beantworten: 1. Ist jedes der beiden Schallmomente an eine bestimmte Richtung des Pendelganges geknüpft? 2. Worauf beruht dieser Zusammenhang? 3. Wie läſst sich der Beweis für diese Abhängigkeit führen? Daran knüpft sich 4. für den Psychologen resp. Sprachphysiologen die Frage, aus welchen tieferen Gründen der Pendelschlag mit Ticktack und nicht mit Tacktick bezeichnet wird.

I. Zur Beobachtung eignet sich, bis man mit den Vorkommnissen vertraut ist, am besten eine Uhr des gewöhnlichen Typus mit langsam schwingendem sichtbarem Pendel, also etwa ein groſser Regulator, und man versuche zuerst bei geschlossenen Augen sich den Rhythmus des Pendelschlages, d. h. die Beschaffenheit der beiden Schallmomente bezüglich der Dauer, Höhe, Accentuierung genau einzuprägen; dann erst verfolge man die Pendelbewegung mit den Augen. Man wird so feststellen, daſs das Tick mit dem höchsten Punkte der rechtsgehenden Pendelschwingung, das Tack mit der linksgehenden zusammenfällt.

Hat man sich den Rhythmus so gut eingeprägt, daſs man — ev. unter Kontrolle durch einen anderen Beobachter — mit geschlossenen Augen durch Handbewegung die Schwingungsrichtung genau angeben kann, so beobachte man andere Uhren mit schnellerem Pendelgange und etwas verschiedenem Klange, und man wird finden, daſs bei allen Pendeluhren des gewöhnlichen Typus ein bestimmter Ton, wie ich der Kürze halber sagen will, stets derselben Schwingungsrichtung entspricht; nur ist natürlich, aus Gründen, die hier nicht erörtert zu werden brauchen, das Intervall und das Schallmoment selbst verschieden. Bei kleinen Uhren [1] (kleinem Pendel oder

---

[1] Bei Taschenuhren kann man nur mit Hilfe eines kleinen Kunstgriffes die Töne auf die Richtung der Bewegung des Steigrades beziehen. Da man nämlich das Ticken einer solchen Uhr nur dann deutlich unterscheiden kann, wenn man es in möglichst geringer Entfernung mit einem Ohre aufnimmt, so muſs man das Uhrwerk vermittels eines Spiegels beobachten, um die Richtung des Ankers beim Eingreifen zu bestimmen.

Schwungrad) ist der Vorgang aufserordentlich kurz, und demgemäfs ist der Schallcharakter, namentlich die Differenz der Tonhöhe, die Accentuation etc. weniger deutlich.

Die Tonform resp. Dauer des akustischen Phänomens hängt natürlich von verschiedenen Umständen, dem Material, der Resonanz, der Schnelligkeit der Bewegung, der Gröfse der Teile etc. etc. ab, und das Schallmoment variiert demnach in allen Eigenschaften, wie ja auch die Herztöne um eine grofse oder kleine Terz und bisweilen noch weniger differieren und bei den einzelnen Individuen in verschiedener Höhenlage sich bewegen. Es gehört aber nur einige Übung dazu, um bei jeder Pendeluhr mit geschlossenen Augen die Pendelrichtung so sicher anzugeben, wie man aus dem akustischen Eindrucke der Herztöne die Phase der Herzbewegung bestimmt.

II. Die Konstruktion der gebräuchlichen Pendeluhren ergibt nur eine Möglichkeit für die Entstehung des differenten akustischen Eindruckes: Da nämlich die Form der beiden in die Zahnlücken eingreifenden Arme des Ankers und die Gröfse und Form der Zähne des Steigrades die gleiche[1] ist, so kann der Unterschied nicht in der Beschaffenheit des schallerzeugenden Materials liegen, sondern mufs, so unwahrscheinlich eine solche Annahme auf den ersten Blick erscheint, von einem Wechsel der Form der Schallerregung, also von einem Unterschiede in der Kraft oder Form des Zusammenwirkens abhängen. Diese ist in der Tat grundverschieden. Dadurch nämlich, dafs der Anker sich über dem vertikalen Durchmesser des Steigrades befindet, und ein Arm eine Zahnlücke des obersten rechten, der andere die des linken Quadranten trifft, werden die Bedingungen für die Schallerregung ungleichartig; denn je nach der Richtung der Raddrehung wird im einen Falle der aufsteigende, im anderen der absteigende Teil des Rades mit dem betreffenden Arm des Ankers zusammentreffen. D. h.: Wenn der absteigende Arm des Ankers auf den aufsteigenden Teil des Rades trifft, so wirken zwei entgegengesetzt gerichtete Kräfte (direkt) gegeneinander; im anderen Falle, wo der absteigende Arm auf das absteigende Rad trifft, treffen zwei gleichgerichtete Kräfte unter sehr spitzem Winkel zur Schallerregung zusammen. Es müssen also zwei verschiedene akustische Resultate entstehen, etwa wie wenn der Hammer auf einen feststehenden Ambofs trifft, resp. wenn er ihn nur streifend berührt oder auf einen

[1] Allerdings sind die Enden der Ankerarme aus konstruktiven Gründen in verschiedener Richtung abgeschrägt.

Ambofs fällt, der wegen seiner elastischen Unterlage etwas nachgibt.

Da nun beim gewöhnlichen Typus der Pendeluhr die Raddrehung in der Richtung des Uhrzeigers erfolgt, so ist für den vor der Uhr stehenden Beobachter jener Fall — direktes Gegeneinanderwirken — bei dem Eingriff des Ankers in den linken, dieser Fall (gleitendes Zusammentreffen) bei der Einwirkung auf den rechten Quadranten des Rades gegeben. Nach einfachen akustischen Erwägungen mufs unter den ersterwähnten Verhältnissen der Ton heller und schärfer akzentuiert (klingend), im zweiten dumpfer, länger ausgezogen sein. Da der Anker sich umgekehrt bewegt wie das Pendel, so vernehmen wir bei der Rechtsschwingung des Pendels (d. h. beim Eingreifen des Ankers in den aufsteigenden Teil des Rades) das Tick, bei der Bewegung des Pendels nach links (Wirkung des Ankers auf das absteigende Zahnrad) das Tack.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die Tonhöhe, die bei sehr deutlichen Schallmomenten grofser Uhren annähernd eine Quart beträgt, um die das Tick tiefer ist als das Tack. Ich habe nun mehrfach auch von Personen mit gutem musikalischem Gehör die Annahme vertreten hören, dafs das Verhältnis umgekehrt sei, und der Grund liegt wohl darin, dafs häufig doch nach der Klangfarbe oder Dauer des akustischen Eindrucks geurteilt wird. Man hält den helleren (oder accentuierteren) Ton für den höheren. Warum unter den vorher auseinandergesetzten Entstehungsverhältnissen der tonartigen Momente bei entgegengesetzter Bewegung der tonerzeugenden Faktoren ein tieferer Ton resultiert, möchte ich hier nicht eingehend erörtern; ich will nur erwähnen, dafs wohl bei der Entstehung des Tick ein gröfserer Teil des Zahnes schwingt als bei der des Tack. Die gröfsere Helligkeit, Schärfe und Kürze des ersterwähnten Schallmomentes (Klanges) ist wohl auf die intensivere Bewegung, gleichsam den Zusammenprall resp. die (relativ kürzere) Dauer der erregenden Impulse zurückzuführen.

Der akustische Charakter des Ticktack ist ähnlich dem der Herztöne; denn auch am Herzen ist ein Ton weniger markiert und tiefer, als der andere, scharf accentuierte; ein wesentlicher Unterschied wird aber durch die ganz verschiedenen Intervalle bewirkt. Bei der Uhr kann man den Rhythmus willkürlich mit dem Tick oder Tack beginnen, weil die Pendelschläge die Phase der doppelten Schwingung in zwei ganz gleiche Intervalle zerlegen, während am Herzen durch die Verschiedenheit der Pause ein bequemes Merkzeichen für den wirklichen Beginn der Phase gegeben wird. Man bezeichnet bekanntlich den Ton, der nach der längeren Pause folgt, als den ersten, den sich nach kurzem Intervall anschliefsenden als zweiten. Man kann übrigens eine solche Differenz auch bei der Uhr erzielen, wenn man sie etwas aus der Gleichgewichtslage bringt, wodurch

auch der akustische Charakter der Töne wesentlich und in sehr interessanter Weise verändert wird. Es entstehen dann Doppeltöne und gespaltene Töne, deren Beobachtung, beiläufig erwähnt, eine gute Vorschule für die Auskultation und Bestimmung der Herztöne bildet.

III. Daſs das Ticktack nur von der Richtung der Raddrehung abhängig ist, läſst sich in verschiedener Weise demonstrieren. Es liegen zwei Möglichkeiten für Versuchsbedingungen vor, nämlich Veränderung der Richtung der Raddrehung oder andere Stellung des Ankers. In beiden Fällen müssen die Erscheinungen aus den vorher erörterten Gründen von den oben beschriebenen verschieden sein, und zwar muſs bei umgekehrter Raddrehung (entgegengesetzt dem Zeiger der Uhr) das Tick bei linksgehendem Pendel, d. h. wenn der Anker in das aufsteigende Zahnrad eingreift, auftreten, das Tack in der umgekehrten Phase. Bei seitlicher Stellung des Ankers dagegen, der dann gleichsam auf dem horizontalen Durchmesser des Rades reitet, müssen, ganz gleich, ob er rechts oder links befestigt ist, beide Schallmomente absolut gleich sein, da beide Arme nur in absteigende oder in aufsteigende Zähne eingreifen können.

Die erste Möglichkeit ist u. a. in den sogenannten Jahresuhren mit kreisförmig schwingender horizontaler Platte realisiert; denn hier ist die Drehung des Rades umgekehrt der des Uhrzeigers, und man kann bei einiger Übung in solchen Prüfungen, trotz des relativ langen Intervalls zwischen den zwei Tönen, deutlich nachweisen, daſs nun dem Eingreifen des Ankers auf der linken Seite (des vor der Uhr stehenden Beobachters) resp. der Schwingung der Pendelplatte im Sinne des Uhrzeigers das Tack und der umgekehrten Bewegung das Tick entspricht.[1]

Das Gleiche kann man an einer gewöhnlichen Gewichtsuhr durch Umschaltung des Gewichtes und eine kleine Sperrvorrichtung erreichen, durch welche die Umdrehung der Räder in umgekehrter Richtung bewirkt wird, wobei allerdings der Pendel öfter angestoſsen werden muſs, weil ihm die beschleunigende Bewegung wegen der ungünstigen Richtung der Fläche der Ankerarme nicht für längere Zeit erteilt werden kann.

Die zweite Möglichkeit fand ich an einer Uhr verwirklicht, die meiner Auffassung zu widersprechen schien, weil sie zwei ganz gleichartige Schallmomente produzierte. Als ich das Schlagwerk freilegte, um die Ursache herauszufinden, zeigte sich

[1] Man könnte allerdings hier die Verschiedenheit der Schallmomente auch daraus ableiten, daſs der Anker abwechselnd auf verschieden gestaltete Flächen des Zahnes auftrifft.

der Anker seitlich angebracht, was ich bisher noch nicht gesehen hatte. Gerade dieses Verhalten hat, wie ich glaube, die theoretische Annahme aufs beste bestätigt.

IV. Da das Tack das länger dauernde Schallmoment ist, da die Periode einer Doppelschwingung durch die akustischen Vorgänge in zwei g a n z g l e i c h e Phasen geteilt wird, so daſs man bei einiger Übung beliebig das Tack oder das Tick zum ersten Schallmomente machen kann, so ist die Frage nicht unberechtigt, warum man von dem Ticktack und nicht von dem Tacktick der Uhr spricht. Die onomatopoetischen Bezeichnungen und die absonderlichen oder auf den ersten Blick nicht verständlichen Kombinationen von üblichen und nicht üblichen Lautkomplexen sind, wie wir glauben, nicht Produkte der Willkür, sondern entweder getreue Nachahmungen äuſserer Vorgänge oder bewuſst und unbewuſst, zweckgemäſs geschaffene Bildungen. Sie haben, wie die eingehende Betrachtung lehrt, immer eine bedeutungsvolle physiologische oder psychologische Grundlage. Wir können also auch hier keinen Zufall annehmen, sondern halten es für sicher, daſs für den naiven Standpunkt und darum besonders empfänglichen Sinn derjenigen, die das Lautbild der Pendelschläge zuerst sprachlich nachzuahmen versuchten, ein gewichtiger Anlaſs für die Stellung der Silben vorgelegen hat.

Jedenfalls ist die Tatsache auffallend, daſs in dieser Beziehung eine merkwürdige Analogie zwischen den verschiedenartigsten Wortbildungen besteht, durch die eine auffallende akustische resp. optische Verschiedenheit oder eine Vereinigung begrifflich heterogener Bestandteile (s. u.) ausgedrückt werden soll. Man vergleiche: Piffpaff, Bimbam, Klippklapp, Klickklack, Singsang, Schnickschnack, Mischmasch, Klingklang, Ritzratz, Pitschpatsch (das den klatschenden Doppellaut des Schlagens auf resonanzfähige Substrate wiedergibt), blitzblank, Firlefanz etc. Ja selbst das Wort Tingeltangel muſs hier angeführt werden.

Es kann also kein Zweifel sein, daſs aus physiologischen oder psychologischen Gründen der hellere, schärfer akzentuierte Bestandteil eines aus ungleichen Bestandteilen gemischten Lautkomplexes als O r i e n t i e r u n g s - resp. A u s g a n g s p u n k t für die onomatopoetische Reproduktion oder für die lautliche Kombination besonderer Qualitäten der Sinneserregung vorgezogen wird. Der Umstand, daſs im Deutschen der Wortakzent (Hauptakzent) auf der Stammsilbe liegt, kann hier nicht die Erklärung

abgeben, da bei den uns beschäftigenden akustischen Bildungen eine eigentliche Stammsilbe nicht vorhanden ist, oder gerade der zweite Bestandteil das Grundelement ist, aus dem der erste durch Ableitung (Umlaut) gewonnen wird.

Da beim Ticktack der Uhr das Tick der tiefere Ton ist (s. S. 84), so könnte es befremden, dafs er im gesprochenen „Ticktack“ der höhere ist; aber man darf nicht vergessen, dafs das hellere Lautmoment, wahrscheinlich wegen der dominierenden Obertöne, vom naiven Gehör eben als das höhere angenommen wird und so zur dominierenden Stelle gelangt (s. o.). Die Dauer des Schallphänomens scheint weniger bedeutungsvoll.

Auch im Englischen und Französischen scheint das Verhältnis das gleiche zu sein, wobei bemerkt werden mag, dafs entsprechend der besonders exakten Accentuierung im Französischen doch tìc-tác (tic-tóc) betont wird. (Vgl. auch pif-paf, clic-clac, bric-à-brac u. a.) Ebenso scheint im Englischen in solchen Wortgebilden die i-Silbe an den Anfang gestellt zu werden und zwar entweder aus onomatopoetischen Gründen, wenn nur eine lautliche Annäherung (Alliteration) beabsichtigt ist, oder wenn Begriffe, deren Lautkomplexe dieselben oder bis auf den Vokal gleiche sind, absichtlich zusammengesetzt werden, um begriffliche Gegensätze auch besonders effektvoll lautlich zum Ausdruck zu bringen. Man vergleiche: Tick-tack, tip-tap-toe (das Klippklapp der Mühle), trick-track (das bekannte Brettspiel), tip-top, das ja als Modewort auch bei uns Eingang gefunden hat, tip[tit] for tap[tat] (Wurst wider Wurst), tit-bit (Leckerbissen); ferner tiptoe und pickpocket, zugleich Beispiele für die gegenüber der deutschen Sprache umgekehrte Wortfolge (Zehenspitze resp. Taschendieb), Wörter, die man also der Analogie folgend mit toetip resp. pocket-pick[er] übersetzen würde. (Vgl. auch Dick, Tom, Harry, entsprechend unserem Hinz und Kunz.)

Wir können, so interessant es wäre, hier nicht auf sprachphysiologische und -psychologische Einzelheiten eingehen; aber aus allen Beispielen geht doch hervor, dafs die i enthaltende Silbe, die zur Verstärkung oder Veränderung eines Begriffes dient, auch durch den Wortaccent die Bedeutung der Stammsilbe erhält, wenn in solchen besonderen Lautbildungen entweder blofs differente akustische Vorgänge (durch Tonmalerei) oder begriffliche Gegensätze resp. engere Beziehungen durch Kombination bekannter, ähnlich lautender[1], oder willkürlich (aber

---

[1] Sang wird durch das als selbständiges Wort nicht existierende Sing, Zack[e] durch das willkürlich gebildete Zick, Schnack[e] ebenso durch Schnick erweitert. Die Angabe von Kluge (Etymologisches Wörterbuch) über die erste schriftlich niedergelegte Form von Zickzack, nämlich Sigsac, widerspricht allerdings dieser Auffassung; aber es liegt doch nahe anzunehmen, dafs in diesem Falle, wie so oft, das ursprünglich deutsche Wort

gewöhnlich nach Analogie) gebildeter Komplexe effektvoller zum Ausdruck gebracht werden sollen. Der i-Laut scheint also in bestimmter Verbindung einen besonderen physiologischen Reiz zu bilden resp. einen höheren Bewufstseinswert zu haben, etwa wie die Wurzeln aller Wörter.

Welchen Grund diese Bevorzugung hat, ist nicht so einfach zu bestimmen; aber es spricht doch manches dafür, dafs auch hier auf dem Gebiete der Lautbildung das Gesetz des vorteilhaftesten (bequemsten) Geschehens (gröfster Effekt bei kleinstem Kraftverbrauch) resp. die in dem Mechanismus der Organe gegebene Anlage (Automatie) wesentlich wirksam ist, ein Prinzip, das, wie ich nachzuweisen versucht habe, besonders schlagend bei gewissen optischen Vorgängen in Betracht kommt.[1] In vielen Fällen wird dann wohl auch die Analogie wirksam sein; denn sie ist ja in gewissem Sinne auch ein Bequemlichkeitsprinzip. Ich möchte also glauben, dafs diese primitiven Zusätze resp. Wortbildungen — die teils kindlich naiv lautlich nachahmen, teils absichtlich Begriffe gleichsam epigrammatisch kombinieren, um besondere Gegensätze oder innige Beziehungen zu veranschaulichen — nach dem Gesetze der Leichtigkeit der Funktion gebildet werden. Leichte Aussprache bei gröfstem akustischem Effekt resp. Erregungswert für das Bewufstsein.

Ist ja doch, wie schon Pott nachgewiesen hat, Verdoppelung in Form vollkommener Wiederholung unter Veränderung des Vokals oder Verkürzung des betreffenden Lautkomplexes das primitivste, aber sehr wichtige Mittel der Sprachbildung, sei es, dafs es sich um Bildung neuer Begriffe, sei es, dafs es sich um den Ausdruck der Verstärkung, Häufigkeit etc. handelt, und schon die Alliteration ist eine einfache aber bedeutsame Form, die lautliche Verbindung ohne stärkeren Kraftaufwand (für die Betonung) zur Verstärkung des psychischen Eindruckes zu verwerten.

Ebenso wie die Verdoppelung oder die vereinfachende (reduktive) Reduplikation in erster Linie wohl nur zur Erhöhung der Aufmerksamkeit benützt worden ist, und so erst sekundär zum einfachsten Mittel der Verstärkung resp. Veränderung des Begriffes geworden ist, bietet die — wie man sagen könnte —

---

nur in französischer Lautierung, ev. mit geringer Umformung, Wiederaufnahme und ständiges Bürgerrecht gefunden hat. (Vgl. Bivouac = Beiwacht, Boulevard = Bollwerk, chic = Schick [Geschick] etc.)

[1] O. Rosenbach: Zur Lehre von den Urteilstäuschungen. *Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane* **29**, S. 434. 1902.

kontrastierende Reduplikation mit den gegensätzlichen Vokalen (i, a), namentlich in onomatopoetischen und epigrammatischen Bildungen etc., die einfachste Methode, durch besondere Gruppierung in der Wortkombination den verschiedenen Reizungs- resp. Bewufstseinswert der Elemente zur Geltung zu bringen und so einen stärkeren Eindruck hervorzurufen. Der Regel nach ist der an den Anfang gestellte Komplex nicht nur am besten geeignet, als Signal[1] für die Erregung der Aufmerksamkeit zu dienen, sondern er ist auch in unseren Fällen der bequemer zu bildende.

Wenn es nur gilt, psychologisch nach dem Bewufstseinswerte zu charakterisieren, so wird im Deutschen in epigrammatischer Zuspitzung, wo Begriffe verschiedener Qualität verbunden werden, gewöhnlich das Bedeutungsvollere vorangestellt. In Redensarten, die Zusammengehörendes, aber in gewissem Sinne doch Gegensätzliches, verbinden, wie: von Kopf zu Fufs, Haus und Hof, Kind und Kegel, Himmel und Erde etc. steht auffallend häufig das Bedeutungsvolle oder höher Bewertete voran. Umgekehrt ist das englische tip-top gebildet; d. h. in dieser engen begrifflich-lautlichen Verbindung von selbständigen Begriffen, die als Reduplikation durch Kontrast bezeichnet werden könnten, ist (vgl. die früheren Ausführungen) nicht der bedeutungsvollere Begriff, sondern die i-Silbe bevorzugt. Blitzblank, Kind und Kegel, Himmel und Erde könnten wohl zur begrifflich gruppierten Kategorie, in der das bedeutungsvollere Wort vorangestellt wird, gehören; doch kann auch hier bei der Bevorzugung der i-Silbe schon die lautliche Analogie allein wirksam gewesen sein.

Im Deutschen beruht die dominierende Stellung der i-Silbe unseres Erachtens auf sprachphysiologischen und -psychologischen Gründen, soweit die einfachsten Bildungen in Betracht kommen; in erster Linie darauf, dafs die einfachere, bequem zu sprechende Lautkombination, die aber auch einen höheren Reizwert hat, in den Vordergrund gestellt wird. Für die physiologische Grundlage spricht, abgesehen von anderen lautphysiologischen Erwägungen, dafs ausnahmslos alle von mir Befragten angaben, dafs es leichter sei mit der i-Silbe (z. B. Singsang) zu beginnen,

[1] Ein heller gellender Laut (Pfiff) wirkt viel stärker als ein viel gröfsere Anstrengung erfordernder dumpfer Laut. Es ist auch bedeutungsvoll, dafs der Charakter des Hellen, Durchdringenden, gewöhnlich schnell vorübergehenden, in Klirren, Pfiff, schrill, Triller etc. durch den kurzen i-Laut ausgedrückt ist. Man könnte sagen, dafs hier eine Art von psychophysischem Parallelismus besteht, der sich auch in anderen Wortbildungen und Verbindungen, namentlich in den kombinierten Interjektionen, erweisen läfst.

da sich — ohne Übung — eine gewisse Schwierigkeit in der Artikulation bei umgekehrter Reihenfolge (Sangsing etc.) geltend macht. Ebenso ergibt die Prüfung, dafs bei rascher Wiederholung der beiden Silben der oben angeführten Wortkombinationen, wobei natürlich nach jedem Komplexe eine sehr kleine Pause gemacht werden mufs, mit wenigen Ausnahmen die Schwierigkeit wächst, wenn die i-Silbe nachfolgt. Man kann also aus der mittleren resp. Ruhestellung leichter zur i-Silbe als zur a-Silbe übergehen; doch wollen wir, so interessant dieses Verhalten ist, es nicht näher erörtern, da wir dazu auf den Mechanismus der Lautbildung näher eingehen müfsten.

(Eingegangen am 5. Mai 1903.)

Erkenntnistheoretische Auseinandersetzungen.

Von

TH. ZIEHEN in Halle a. S.

2. Schuppe. Der naive Realismus.

AVENARIUS steht der immanenten Philosophie, d. h. der Lehre, dafs aufser unserem Bewufstseinsinhalt keine andersartige „Existenz“ anzunehmen ist, in vielen Punkten sehr nahe, indes in der Annahme von „Umgebungsbestandteilen“ und in der allerdings verschleierten Annahme eines „Ich-Bezeichneten“ fällt er in die transzendente Philosophie zurück. SCHUPPE, welcher selbst für seine Lehre den Titel „naiver Realismus“ acceptiert und sie selbst zur immanenten Philosophie rechnet, steht der immanenten Philosophie im Sinne der obigen Definition sehr viel näher. Erst eine eingehende Betrachtung wird lehren, dafs auch er in einem wichtigen Punkt der Immanenz untreu geworden ist. Die folgenden Auseinandersetzungen mit der Lehre SCHUPPES gestalten sich darum einfacher als die vorausgegangenen mit der Lehre des AVENARIUS, weil SCHUPPES Lehre nicht jene allmähliche Entwicklung und Umbildung erfahren hat [1], welche diejenige von AVENARIUS in vielen Punkten erkennen läfst. Es ist daher möglich die Lehre SCHUPPES als Ganzes unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller seiner Werke zu besprechen. Für die Erkenntnistheorie kommen folgende in Betracht:

1. Das menschliche Denken. Berlin 1870.
2. Erkenntnistheoretische Logik. Bonn 1878.

---

[1] Ich pflichte jedoch WUNDT (*Philos. Stud.* 12, S. 365 u. 376 Anm.) bei, dafs in dem älteren Hauptwerk SCHUPPES, der „Erkenntnistheoretischen Logik“, die empirische Seite der Theorie etwas mehr hervortritt. Von den Erstlingswerken „Das menschliche Denken“ und „Die aristotelischen Kategorien“ sehe ich dabei natürlich ab.

3. Bergmanns „Reine Logik" und die „Erkenntnistheoretische Logik" mit ihrem angeblichen Idealismus. *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* **3**, S. 467—486. 1879.
4. Grundzüge der Ethik und Rechtsphilosophie. Breslau 1881.
5. Das metaphysische Motiv und die Geschichte der Philosophie im Umrisse. Breslau 1882.
6. Was sind Ideen? *Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik* **82**, S. 1—27 u. 161—180. 1883.
7. Die Normen des Denkens. *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* **7**, S. 385. 1883.
8. Zum Eudämonismus. *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* **8**, S. 129—160. 1884.
9. Über Wahrnehmung und Empfindung. *Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik* **98**, S. 1—38. 1891.
10. Die Bestätigung des naiven Realismus. *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* **17**, 364—388. 1893.
11. Die natürliche Weltansicht. *Philos. Monatshefte* **30**, 1—14. 1894.
12. Grundzüge der Erkenntnistheorie und Logik. Berlin 1894.
13. Rezension von Wundts Erkenntnislehre (2. Aufl.). *Götting. Gel. Anz.* S. 178. 1894.
14. Begriff und Grenzen der Psychologie. *Zeitschr. f. immanente Philos.* **1** (1), S. 37. 1896.
15. Die immanente Philosophie. *Zeitschr. f. immanente Philos.* **2** (1), S. 1. 1897.
16. Die immanente Philosophie und Wilhelm Wundt. *Ibid.* S. 51.
17. Das System der Wissenschaften und das des Seienden. *Zeitschrift für immanente Philos.* **3**. 1898.
18. Der Zusammenhang von Leib und Seele. Wiesbaden 1902.

Unter diesen Schriften[1] gibt die erkenntnistheoretische Logik weitaus die vollständigste Darstellung der erkenntnistheoretischen Lehren Schuppes. Ich lege sie daher meinen Auseinandersetzungen in erster Linie zu Grunde. Eingeklammerte Seitenzahlen ohne weiteres Zitat beziehen sich stets auf dies Hauptwerk. Die übrigen Werke zitiere ich unter abgekürztem Titel nach den Ziffern der obigen Liste.

A. Der erkenntnistheoretische Fundamentaltatbestand.

Schuppes Erkenntnistheorie hat sich vorzugsweise auf dem Boden der Logik entwickelt, und diese Entstehung aus der Logik hat ihr einen bleibenden Charakter aufgedrückt. Erst in späteren,

[1] Einige rechtsphilosophische Schriften habe ich nicht aufgeführt, weil sie für die Erkenntnistheorie Wichtiges nicht enthalten.

kürzeren Darstellungen seiner Lehre hat SCHUPPE seine Anschauungen auch unabhängig von seiner Logik zu entwickeln versucht. Ein Vergleich mit der von mir entwickelten Erkenntnistheorie ist dadurch sehr erschwert. Soviel aber scheint sich mir aus den Schriften SCHUPPES mit Sicherheit zu ergeben, dafs auch er nur die Empfindungen und Vorstellungen als gegeben ansieht und dafs er, wie AVENARIUS und ich, die Empfindungen nicht in einem hypothetischen Aufenthaltsort der Seele, z. B. in den Ganglienzellen der Grofshirnrinde lokalisiert (Introjektionstheorie), sondern sie da sein läfst, wo sie „draufsen“ gegeben sind. Dabei habe ich mir gestattet, die Termini SCHUPPES gegen die meinigen zu vertauschen. Der Sinn ist derselbe. Was ich Empfindung nenne, bezeichnet SCHUPPE auch als den „unmittelbaren Empfindungsinhalt“ (S. 57).[1] Er verlangt, dafs wir das „tatsächlich bewufst Empfundene in aller seiner unmittelbaren und ursprünglichen positiven Bestimmtheit ganz als das und ganz so, wie es sich ankündigt, gelten lassen“. Mit anderen Worten: unsere Empfindungserlebnisse mit ihren charakteristischen sog. Täuschungen sind uns im Raume gegeben. Die Projektion der Empfindungen in einen leeren Raum ist eine voreilige Fabel der Naturwissenschaft. SCHUPPE hat dies bereits im „menschlichen Denken“ (S. 34) und seinem Hauptwerk, somit vor AVENARIUS in ausgezeichneter Weise auseinandergesetzt (S. 59).[2]

Dafs alle unsere Vorstellungen sich aus diesen unmittelbaren Empfindungsinhalten, bei welchen an nichts „Inneres“ oder „Subjektives“ gedacht werden darf, entwickeln, nimmt wohl auch SCHUPPE an, wenngleich nicht selten diese Abhängigkeit des Denkens von den Empfindungen in den Hintergrund tritt. Auch in diesem Punkt weicht sein Ausgangspunkt von dem erkenntnistheoretischen Fundamentalbestand meiner Darstellung nicht wesentlich ab.

Indes SCHUPPE rechnet noch ein weiteres zu dem erkenntnistheoretischen Fundamentalbestand, „das bewufste Ich“, ja er räumt dieser Ich-Tatsache noch die Priorität vor dem Tatbestand

[1] Vgl. auch: Über Wahrn. u. Empf. Nr. 9, S. 5.

[2] Im Grundrifs der Erkenntnistheorie und Logik bekämpft SCHUPPE die Introjektionstheorie auch unter dem Titel der Lehre von der mit räumlichen Grenzen sich abschliefsenden Seelensubstanz und von der Subjektivität der Empfindungen (vgl. z. B. S. 30). Natürlich decken sich diese Begriffe nicht vollständig.

der Empfindungen ein. Ausdrücklich heifst es (S. 60): „Absolut klare unmifsverständliche unbezweifelbare Tatsache ist nur das Ich, oder was damit gleichbedeutend ist, „„das bewufste Ich"". Und die Tatsache darf in keinem Falle einfach umgangen werden, dafs dieses bewufste Ich alle jene Data der Sinne zunächst als Inhalt seines Bewufstseins vorfindet." „Das Sein des Subjektes, d. i. das Erkenntnis — Ich ist keiner Anzweiflung zugänglich."[1] Hier ist die tiefe Kluft zwischen der SCHUPPEschen Lehre und meinen Entwicklungen. SCHUPPE sucht wohl auch den erkenntnistheoretischen Fundamentalbestand rein, d. h. befreit von allen eingeschlichenen metaphysischen Hypothesen darzustellen, er verlangt mit Recht, dafs man bei der Analyse desselben von der Substantivform des Objekts oder Dings (Farbe, Ton) und von der Verbalform der Tätigkeit (Hören, Sehen) absieht[2], aber vor dem Ich bleibt er stillestehen. Es gehört für ihn ganz mit zum Fundamentalbestand. Ich hingegen rechne das bewufste Ich nicht zu dem erkenntnistheoretischen Fundamentalbestand, sondern betrachte es als abgeleitet. Trotz der nahezu übereinstimmenden erkenntnistheoretischen Auffassung der Empfindungen ergibt sich daher eine zunehmende Divergenz unserer Wege. Welcher Weg ist der richtige?

SCHUPPE hat auf eine Begründung seiner Ich-Tatsache verzichtet. Er wiederholt nur immer wieder, dafs die Existenz des bewufsten Ich der einzig mögliche Ausgangspunkt ist, dafs es kein leerer Begriff, sondern jedem das Sicherste und Bekannteste von der Welt ist, dafs wir nichts sicherer und genauer wissen, als dafs unser Ich existiert, dafs die Existenz des bewufsten Ich die erste oder primäre Existenz ist, dafs sie das Urmafs ist, an welchem aller Begriff von Existieren gemessen wird (S. 63). Ausdrücklich gibt er dabei zu, dafs eine theoretische Erkenntnis eines angeblichen Wesens dieses bewufsten Ich nicht vorhanden ist. „Es ist das Bekannteste und zugleich das Urgeheimnis des Bewufstseins" (S. 155). Ist dem nun aber wirklich so? Hat wirklich z. B. das Kind im ersten Lebensjahr schon ein bewufstes Ich, d. h. doch eine Empfindung oder Vorstellung von seinem

---

[1] *Zeitschr. f. Philos. u. phil. Krit.* 82, S. 284. Vgl. auch: Was sind Ideen? Nr. 6, S. 165.

[2] Vgl. auch Natürl. Weltansicht (11), S. 4 ff.

Ich?[1] Man wird mir zugeben, dafs man wenigstens bei der Beantwortung dieser Frage zweifeln kann, und das genügt mir schon: ein Satz, der solche Zweifel gestattet, gehört nicht in den erkenntnistheoretischen Fundamentalbestand. Man kann positiv verfolgen, wie bei dem Kind aus zahlreichen Empfindungen indirekt die Ich-Vorstellung sich entwickelt, aber nirgends tritt eine direkte Ich-Empfindung auf. Woher sollte also die von Schuppe behauptete „mit allem äufseren Sein im Bewufstseinsinhalte absolut inkommensurable Natur des bewufsten Ich" (S. 530) kommen? Auf Grund der Genese der Ich-Vorstellung ist meines Erachtens im Gegenteil eine absolute Kommensurabilität anzunehmen.

Schuppe nimmt nun auch gar nicht an, dafs wir das Ich etwa empfinden, d. h. dafs es als Empfindungsinhalt in unserem Bewufstseinsinhalt vorkomme, sondern nach Schuppe soll sich das Ich im Akt des Selbstbewufstseins sich selbst gegenständlich machen (S. 526). Und Schuppe gesteht selbst zu: „es ist das Urgeheimnis und Rätsel des Daseins, wie doch überhaupt ein bewufstes Ich möglich ist, und was eigentlich im Akte des Bewufstseins vor sich geht, wie Denken möglich ist, und wie das Ich sich selbst gegenständlich zu machen vermag, was als Urmafs und Urtatsache immer vorausgesetzt wird und in keiner erklärenden Darstellung zu seinem Rechte kommen kann" (S. 527). Danach sollte man glauben, dafs neben unseren Empfindungen und Vorstellungen noch ein Drittes vorkomme, was weder Empfindung noch Vorstellung ist, nämlich ein sog. Selbstbewufstsein oder, wenn man diese Bezeichnung vorzieht, „ein sich selbst sich gegenständlich Machen des Ichs". Ich kann mit bestem Willen weder bei mir noch bei anderen dies Dritte entdecken. Sobald ich mein Ich mir gegenständlich mache, finde ich nichts als zahlreiche Vorstellungen, die in letzter Linie alle auf Empfindungen und ihre Gefühlstöne zurückgehen.[2] Schuppe spricht einmal auch davon, dafs das wollende und fühlende und denkende Ich in einem Akte höherer Reflexion sich selbst vorfinde und zum Gegenstand seines Denkens mache (S. 81). Wenn Schuppe

---

[1] Mit der anderen Annahme, dafs das Kind ein „unbewufstes Ich" habe, habe ich es hier nicht zu tun; Schuppe postuliert ausdrücklich ein „bewufstes Ich".

[2] Schuppe selbst gesteht im Grundrifs zu (S. 18): „Das Sich-selbstdenken des leeren Ich ist eine vollendete Undenkbarkeit."

mit der höheren Reflexion eine abgeleitetere Vorstellungsbildung meint, so ist gegen den Satz nichts einzuwenden. Ich fürchte jedoch — und der Wortlaut schliefst dies nicht aus —, dafs er mit dieser höheren Reflexion noch einen ganz besonderen Akt des Sichselbstbewufstwerdens meint. Er erkennt selbst an, dafs das Subjekt *κατ' ἐξοχήν* das ärmste und leerste Ding von der Welt ist, dafs es nur zusammen mit seinem Inhalt existiert, „für sich gedacht aber eine Abstraktion" ist (S. 82). W e n n e s a b e n u r e i n e A b s t r a k t i o n i s t, s o g e h ö r t e s n i c h t z u m e r k e n n t n i s t h e o r e t i s c h e n F u n d a m e n t a l b e s t a n d, so ist es keine Urtatsache und „seine Existenz nicht unbezweifelbar"; selbst der Begriff einer solchen abstrahierten Existenz bedarf erst noch der kritischen Prüfung. SCHUPPE hat den Dingbegriff und den Ichbegriff mit ungleichem Mafs gemessen, indem er dem letzteren mit unmotivierter Freigebigkeit ohne weiteres die Existenz — ohne nähere Begründung und Erklärung — zugesteht.

Einen anscheinenden Beweis für die Existenz dieses Ich könnte man vielleicht in der folgenden Argumentation SCHUPPES erblicken. Er sagt (S. 89): wenn man den Inbegriff alles Seienden unter den Gattungsbegriff Bewufstseinsinhalt gebracht denke und dabei ganz von der Verschiedenartigkeit und der Bedeutung aller unter diesen Titel gebrachten Dinge abstrahiere und nur dieses Eine im Auge behalte, dafs sie eben Bewufstseinsinhalt sind, so stehe natürlich auch diesem Inhalte immer noch der Begriff des Bewufstseins, d e s s e n Inhalt sie sind, gegenüber; das nach gedachter Zerlegung auf der einen Seite stehende Moment des blofsen Bewufstseins sei, obgleich undefinierbar, obgleich inhaltslos, doch absolut unentbehrlich, wenn nicht eben das andere Glied, der Bewufstseinsinhalt, den Charakter, in welchem seine Existenz liegt, verlieren soll. Ist dies nicht schliefslich doch eine Petitio principii? Natürlich mufs, wenn ich die Gesamtheit meiner Empfindungs- und Vorstellungserlebnisse, der einzigen ursprünglichen Daten, bei ihrer Zusammenfassung als „Bewufstseinsinhalt" bezeichne und diese Bezeichnung nicht einfach als Etikette, sondern im Sinne des zusammengesetzten Wortes „Bewufstseinsinhalt" nehme, dann dem Inhalt ein Bewufstsein gegenüberstehen. Wer zwingt mich aber zu dieser Bezeichnung, mit welchem Recht darf SCHUPPE statt und mit der einfachen Bezeichnung, die nur zusammenfafst und zur Verständigung dient, also nichts hinzufügt, ein offenbar weittragendes,

sehr beweisbedürftiges Urteil, dafs nämlich alle diese Daten Inhalt eines Bewufstseins seien, einschieben? Ich würde z. B. als zusammenfassende Bezeichnung Existierendes oder Σx oder Σy vorschlagen. Wo bleibt dann „das auf der einen Seite stehende Moment“, das Bewufstsein bezw. das Ich? Dieses Ich ist also nicht nur eine Abstraktion und somit keinesfalls ein gegebenes Glied des fundamentalen erkenntnistheoretischen Tatbestandes, sondern noch dazu eine noch sehr der Erklärung- und des Berechtigungsbeweises bedürftige Abstraktion. Meines Erachtens verfällt SCHUPPE hier in denselben Fehler wie BERKELEY und AVENARIUS: die Erkenntnistheorie mufs nach meinem Dafürhalten, um es kurz auszudrücken, ich-los beginnen, d. h. von einem ich-losen Fundamentaltatbestand ausgehen.

Noch eine andere „schlichte Tatsache“ führt SCHUPPE zu Gunsten seines Ich gelegentlich an: er sagt, „es gebe kein Wissen von etwas, das nicht als das Wissen eines Ich aufträte, welches eben dies oder jenes als seinen Bewufstseinsinhalt vorfände“ (S. 94). Wenn SCHUPPE damit meint, dafs tatsächlich die Ich-Vorstellung alle Empfindungs- und Vorstellungserlebnisse begleite, so ist der Satz nicht einmal für den Erwachsenen, geschweige denn für das Kind (z. B. in seinen ersten Lebensmonaten) richtig. Meint er aber, dafs die Ich-Vorstellung jederzeit hinzugedacht werden könne oder müsse, so handelt es sich offenbar nicht um eine schlichte Tatsache, nicht um ein gegebenes Glied des erkenntnistheoretischen Fundamentalbestandes, sondern wiederum um einen sehr erklärungs- und beweisbedürftigen Satz. Ich erinnere an meine Besprechung der analogen Behauptungen von AVENARIUS in meinem ersten Aufsatz (*diese Zeitschr.* 27, S. 330 ff.). Die „volle Erfahrung“ von AVENARIUS manipuliert auch mit einem solchen Ich, das hinzugedacht werden mufs oder von dem nicht abstrahiert werden darf.

Ausdrücklich mufs hervorgehoben werden, dafs SCHUPPE selbst sich vor die Frage gestellt sieht (S. 154 ff.), ob sein Ich nicht einfach identisch ist mit der Gesamtheit seiner Bewufstseinsinhalte, jedoch er erklärt: das behaupte er nicht, aber wodurch das Ich sich als Ich noch von der Gesamtheit seiner Bewufstseinsinhalte unterscheide, könne doch wohl niemand sagen.[1] Ich glaube und hoffe im folgenden zu zeigen, dafs

[1] Ich verweise bezüglich dieses Punktes namentlich auch auf die Aus-

Schuppe damit zu früh resigniert hat; die Ich-Vorstellung ist keine Urtatsache, sondern hat sich sekundär entwickelt (gewissermafsen als ein nachträglich ausgeschiedenes Schneckenhaus, das wir nun überall mit uns herumtragen), aber in wohl nachweisbarer Weise, auf Grund ganz bestimmter und charakteristischer Unterschiede innerhalb des Bewufstseinsinhaltes. Man darf nur nicht in das Ich erst Geheimnisse hineindenken, wie dies bei der Auffassung des Ich als Urtatsache unvermeidlich ist, Geheimnisse, die sich dann freilich später jeder Aufdeckung entziehen. Schuppe wundert sich darüber (S. 251), „wie das Ich es machen mag, in allen seinen der Zeit und dem Inhalt nach grundverschiedenen Vorstellungen sich eben als absolut dasselbe Ich und doch in anderen Zuständen zu finden". Demgegenüber mufs ich wiederum bezweifeln, ob ein solches sich absolut gleichbleibendes Ich wirklich durch alle Bewufstseinszustände hindurch nachweisbar ist. Wenn wir einen Baum Jahr für Jahr verfolgen, knospend, allmählich grünend, allmählich die Blätter verlierend, entlaubt und wieder knospend, so sind wir bekanntlich geneigt wegen der Stetigkeit der Veränderung ein Subjekt der Veränderungen, einen Träger der sich verändernden Eigenschaften, eine Substanz anzunehmen und diese Substanz, dies Baum-Ich gegenüber den sich verändernden Eigenschaften gerade durch eine hypothetische Unveränderlichkeit zu charakterisieren. Wir übertragen die zusammenfassende, unifizierende, von den Veränderungen abstrahierende Vorstellungsbildung fälschlich auf die Empfindungen, die sogenannten Objekte, und machen aus der Individualvorstellung Baum die Substanz Baum. So oft auch die Unzulässigkeit dieser Bildung von Substanzbegriffen nachgewiesen worden ist, immer taucht sie wieder auf und am hartnäckigsten bei unserem eigenen Ich. Ein gleichbleibendes Ich ist uns ebensowenig gegeben als eine gleichbleibende Substanz dieses oder jenes Baumes.

Schuppe gibt übrigens schliefslich auch selbst zu, dafs er mit seinem Ich einen Transcensus vollzieht, und meint, dieser Transcensus sei „natürlich überhaupt unvermeidlich" (S. 699). Er sagt ausdrücklich: „In der Reflexion finden wir uns als Objekt, aber diesem Objekt steht immer das Ich als Subjekt

---

führungen Schuppes in: Die Bestät. d. naiv. Real. Nr. 10, S. 372 und Zum Eudämonismus Nr. 8, S. 152 ff.

gegenüber, und dieses Subjekt gehört nicht dem Gegebenen an, da es ja im Gegensatze zum Objekt steht und — auch wenn wir es zum Gegenstand der Beachtung und Betrachtung machen — doch sofort als das beachtende und betrachtende Subjekt wieder dem Objekt gegenüber steht" (S. 699; vgl. auch S. 146). Hierin scheint mir das Zugeständnis bedeutungsvoll, dafs das Ich nicht dem Gegebenen angehört. Es ist, wie oben bereits ausgeführt, Produkt einer Abstraktion, keine Urtatsache, und SCHUPPE bleibt uns den Beweis, dafs diese seine Ich-Abstraktion richtig ist, schuldig. Selbstverständlich ist mit dem SCHUPPEschen Ich nunmehr auch alles das nach meiner Auffassung zu verwerfen, was SCHUPPE als „Aufnehmen des Eindrucks in seiner positiven Bestimmtheit", als „Wirken des Identitätsprinzips" und als „ursprüngliches Objektverhältnis" [1] bezeichnet.

B. Die logische Methode SCHUPPES. Allgemeinbegriffe. Dingbegriffe.

Charakteristisch für SCHUPPES Verarbeitung des erkenntnistheoretischen Fundamentalbestandes ist die Anlehnung an die Logik. Allenthalben ist SCHUPPE geneigt, das Denken im allgemeinen als Bewufstsein zu fassen (S. 94). Der Logik wird daher eine viel weitere Aufgabe zugeschrieben: sie hellt nicht nur die obersten Gattungen des Denkbaren und im Denken Verwendbaren, sondern auch die obersten Gattungen des Seienden in ihrer begrifflichen Wesenheit auf (S. 107 und 112).[2] Sie ist also wesentlich materialer Natur. Damit hängt nun auch ein Hauptlehrsatz SCHUPPES zusammen: Denknotwendigkeit ist mit Wirklichkeit identisch (S. 175, 177). Hieran knüpft sich der weitere Satz, dafs der Gedanke sich als solcher in den gedachten Dingen findet und in gewissem Sinne mit ihnen identisch ist (S. 106), und schliefslich ergibt sich der merkwürdige Schlufs, dafs das Spezifische als die Verwirklichung des Generischen und letzteres als der tragende Grund und die innere Möglichkeit alles Spezifischen erscheint (S. 182); das Spezifische soll ohne das Generelle undenkbar sein (S. 181, 390, 392, 394, 396, 401, 574, 603).

---

[1] SCHUPPE selbst bezeichnet es als uncharakterisierbar (S. 150).

[2] Vgl. z. B. auch Normen des Denkens N. 7, S. 403.

Hiermit wagt sich SCHUPPE über die Grenzen der Erkenntnistheorie in das metaphysische Gebiet hinein. Wie die meisten Abschwankungen zur Metaphysik ist auch diese nur möglich geworden durch eine unzureichende Analyse des psychologischen und psychophysiologischen Tatbestandes. SCHUPPE übersieht oder scheint wenigstens zu übersehen, dafs unsere Allgemeinvorstellungen lediglich aus den speziellen Vorstellungen entstammen, welche ihrerseits nur Erinnerungsbilder der Empfindungen sind, und dafs die Entwicklung der Allgemeinvorstellungen eng an unsere Gehirntätigkeit gebunden ist. Es wäre ja in der Tat *ἀμήχανον εὐδαιμονίας*, wenn die Skala der wirklichen Prozesse sich in dieser an PLATO anklingenden [1] Weise zu einer Kette schlösse, indem die letzten Ergebnisse der Empfindungen, die Allgemeinvorstellungen, sich wieder als das innerste Wesen, der tragende Grund der (stets speziellen) Empfindungen entpuppten; aber die psychologischen und psychophysiologischen Tatsachen zerstören diese metaphysische Hoffnung vollkommen. Insofern ist meine Erkenntnistheorie viel skeptischer als diejenige SCHUPPES. Nach meiner Auffassung haben die Allgemeinvorstellungen nur die Aufgabe und Fähigkeit, das Gemeinsame der Empfindungen zusammenzufassen. Sie arbeiten die Empfindungen um, ohne an ihrer „Verwirklichung" oder Wirklichkeit irgend welchen Anteil zu haben.

Vielleicht ist es zweckmäfsig hier noch besonders hervorzuheben, dafs zwei Ansichten vollständig getrennt werden müssen, nämlich die Ansicht, dafs das Wesentliche der Empfindungen in dem ihnen Gemeinsamen (d. h. in den ihnen gemeinsamen Bestandteilen) und insofern im allgemeinen zu suchen sei, und die Ansicht, dafs in den Allgemein v o r s t e l l u n g e n das Wesentliche der Empfindungen gelegen sei. Die erste Ansicht wird später zu prüfen sein, und es wird sich ergeben, dafs für unsere Hirnorganisation in der Tat das Allgemeine der Empfindungen in bestimmtem Sinne das Wesentliche der Empfindungen ist. Die zweite Ansicht ist die SCHUPPEsche; ich kann kein Argument zu ihren Gunsten bei SCHUPPE finden und sehe ein entscheidendes Argument zu ihrer Widerlegung in dem Faktum, dafs die

[1] Auch WUNDT hat auf solche Anklänge an PLATO bei SCHUPPE aufmerksam gemacht. Manche Ausführungen SCHUPPES erinnern auch stark an die Lehren ERIUGENAS.

Allgemeinvorstellungen erst Produkte sekundärer psychologischer Umwandlungen sind.

Noch in einer anderen Richtung bekommen die Allgemeinvorstellungen bei SCHUPPE eine transzendente Bedeutung, welche ihnen nach meinem Dafürhalten nicht zukommt. SCHUPPE streift ihnen nicht nur die Entstehung aus speziellen Empfindungen individueller Objekte ab, sondern ist auch geneigt — entsprechend der bereits hervorgehobenen Ignorierung der psychophysiologischen Bedingtheit der Allgemeinvorstellungen — die individuelle, d. h. an das individuelle Gehirn gebundene Natur der Allgemeinvorstellungen zu übersehen. Die Allgemeinvorstellungen sind bei SCHUPPE nicht nur Vorstellungen des Allgemeinen, wie sie sich bei diesem und jenem Individuum finden, sondern unindividuelle, von dem Individuum losgelöste Allgemeinvorstellungsgebilde.[1]

Schliefslich kann ich es mir nicht versagen, die SCHUPPEsche Darstellung der Allgemeinbegriffe, obwohl ich die erkenntnistheoretische Bedeutung der letzteren nicht anerkennen kann, wegen ihres psychologischen Interesses noch etwas eingehender zu verfolgen. Nach SCHUPPE (vgl. z. B. S. 388) gewinnen wir aus dem einfachsten wirklichen Eindruck durch Unterscheidung drei Elemente: eine spezifische Sinnesqualität, eine räumliche Bestimmtheit (Wo, Ausdehnung und Gestalt) und eine zeitliche Bestimmtheit (Wann und eine bestimmte Dauer). Vgl. auch S. 165/166. Unmittelbar aus dem so ausgesonderten Element, das sich sofort als Allgemeinbegriff, als Spezies darbietet, soll sich in der Spezies nach SCHUPPE die eigentliche Gattung aussondern. „Individuum ist also nur das Zusammen von Elementarspezies, jedes Element für sich ist Spezies, und in ihm sitzt unmittelbar die eigentliche Gattung, durch welche ich oben die Elementarspezies bestimmte“ (S. 389). Die Elemente haben den Charakter des Allgemeinen. Nur das Zusammen der Elemente in der wirklichen Erscheinung ist ein Individuelles. Jedes derselben für sich gedacht, und zwar ganz ohne Veränderung, so wie es in der Wirklichkeit erschien, ist Spezies oder Artbegriff. Wir nennen es Elementarspezies“ (S. 169). Das Verhältnis der einzelnen Elementarspezies, welche in einem Eindruck verbunden

---

[1] So wird auch die WUNDTsche Behauptung einigermafsen verständlich, dafs SCHUPPE „logische Abstraktionen in reale Wesen verwandle“.

sind, zueinander betrachtet SCHUPPE als das eines kausalen Bedingens[1] (ähnlich wie das Verhältnis der Gattung zur Spezies); vgl. z. B. S. 167.

Zunächst ist die letztere Auffassung berechtigten Zweifeln ausgesetzt. Es ist richtig, daſs Qualität, räumliche und zeitliche Bestimmtheit stets zusammen vorkommen; folgt aber daraus, daſs diese Elemente „sich gegenseitig fordern als Bedingungen ihrer Existenz“? Zum mindesten ist dieser Ausdruck sehr miſsverständlich. Man wird verleitet irgendwelche kausale oder logische Beziehungen anzunehmen, eine Annahme, welche sich auf keinerlei Argumente stützen kann.

Noch viel bedenklicher scheint mir die Annahme SCHUPPES, daſs die Elemente unmittelbar den Charakter des Allgemeinen haben. Sein wesentliches Argument findet sich S. 171: „Denken wir zunächst diese Abstraktionen (nämlich von den räumlichen Eigenschaften) auch nur an einer einzigen Erscheinung vollzogen, so haben die ausgesonderten Elemente die Natur des Allgemeinen, und wenn wir jedes von ihnen von den anderen losgelöst uns vorzustellen versuchen und dabei inne werden, daſs uns dies unmöglich ist, so ist das ein Experiment von demselben Wert und derselben Beweiskraft, wie jedes Experiment. Es beweist, daſs diese Qualität, d. h. nicht der individuelle eben erfahrene Eindruck, sondern diese Qualität als Allgemeinbegriff ohne Wo und Wann nicht vorstellbar ist. Daſs diese Elemente sich gegenseitig bedingen, ist also keine individuelle Erfahrung, sondern der Kausalzusammenhang haftet an dem Allgemeinen, und es bedarf zu seiner Gültigkeit keiner weiteren Erfahrung mehr.“ Die Korrektheit des angeführten Experiments und die Berechtigung, aus diesem Experiment wie aus jedem anderen Schlüsse zu ziehen, ist ohne weiteres zuzugeben. Aber die Richtigkeit der von SCHUPPE gezogenen Schlüsse ist zweifelhaft. Die räumlichen Eigenschaften der Empfindung zerfallen für die erste Analyse in Form (auch Gestalt genannt), Ausdehnung (auch Gröſse genannt), Anordnung und Lage (auch Lokalisation genannt, auch oft als das Wo der Empfindung bezeichnet). Bei homogenen Empfindungen fällt die Anordnung[2] weg. Bei nicht homogen zusammengesetzten Empfin-

[1] Interessant ist, wie auch bei AVENARIUS der Begriff der Bedingung und des Bedingten ontologisch verwertet wird.

[2] Daſs sie nicht überhaupt ohne weiteres mit der Form zusammen-

dungen darf sie als die spezielle Beziehung zwischen Qualität und räumlichen Faktoren nicht vernachlässigt werden. Da SCHUPPE nur von homogenen Empfindungen spricht, werde sie hier unberücksichtigt gelassen. Es bleiben also Form, Ausdehnung und Lage. Dazu kommen als zeitliche Eigenschaften Zeitpunkt (zeitliche Lage, das Wann der Empfindung) und Dauer, wobei ich wieder von der Anordnung (Reihenfolge), weil sie nur bei nicht homogen zusammengesetzten Empfindungen in Betracht kommt, absehe. Von sonstigen Eigenschaften der Empfindung wären aufser der Qualität noch Intensität und Gefühlston zu berücksichtigen. Da die Hineinziehung der beiden letzteren die prinzipielle Analyse nur komplizieren, aber nicht wesentlich verändern würde, will ich dieselben mit SCHUPPE im allgemeinen unbeachtet lassen. Es kann also z. B. die optische Empfindung eines roten Würfels, gekennzeichnet durch eine bestimmte Rotnüance, die Würfelform, eine bestimmte Gröfse, eine bestimmte räumliche Lage, einen bestimmten Zeitpunkt (zeitliche Lage) und eine bestimmte Dauer als Beispiel gelten. Ich glaube nun, dafs man die einzelnen Abstraktionen (im weitesten Sinne), welche wir mit einer solchen Empfindung vornehmen, noch viel spezieller unterscheiden mufs, als SCHUPPE dies getan hat. Auch darf bei diesen Unterscheidungen nur der psychologische Standpunkt mafsgebend sein, nicht der logische; denn erst durch psychologische Tätigkeit kommen ja die bez. Abstraktionen zu stande. Im allgemeinen tut man gut, von vorn herein zwei Hauptformen der Abstraktion von diesem Gesichtspunkt aus zu unterscheiden, je nachdem ein Merkmal der Empfindung ganz weggelassen wird oder nur die Bestimmtheit eines Merkmals aufgegeben und dies Merkmal in engerem oder weiterem Umfang unbestimmt gelassen wird. Man kann die erste Abstraktion auch als die isolierende oder auch als die zerlegende, die zweite als die zusammenfassende oder auch als die variierende bezeichnen. Die isolierende Abstraktion führt nicht zu Allgemeinbegriffen, sondern zu Partialbegriffen; nur die zusammenfassende Abstraktion führt zu wirklichen Allgemeinbegriffen, welche sich

---

fällt, bedarf keiner weiteren Erörterung; man denke nur an eine Fahne, deren Farben bald in dieser bald in jener Reihenfolge aufeinander folgen.

am zutreffendsten mit Integralen vergleichen lassen.[1] Die **Partialbegriffe** der isolierenden Abstraktion sind allgemeiner **Anwendung** fähig, aber nicht allgemeinen **Inhalts.**

Im speziellen beginnen unsere Abstraktionen nun damit, dafs wir den räumlich-zeitlichen Individualkoeffizienten, wie ich die räumlich-zeitliche Lage, das Wo und Wann zu bezeichnen vorgeschlagen habe, entweder ganz weglassen (im Sinne der isolierenden Abstraktion) oder unbestimmt lassen (im Sinne der zusammenfassenden Abstraktion). Die beiden so entstandenen Begriffe, die „raum- und zeitlose Individualvorstellung" und die „räumlich-zeitlich unbestimmte Individualvorstellung"[2] sind im allgemeinen nur als Durchgangsstufen bedeutsam.[3] Sie kennzeichnen jedoch bereits scharf die beiden Wege, welche unsere Begriffsbildung nun weiter einschlägt. An der raum- und zeitlosen Individualvorstellung arbeitet die Abstraktion in der Richtung weiter, dafs sie nunmehr auch die anderen räumlichen Merkmale, Form und Ausdehnung wegläfst (im Sinne der isolierenden Abstraktion) oder unbestimmt läfst (im Sinne der zusammenfassenden Abstraktion).[4] So entsteht einerseits die Vorstellung „Rot" und andererseits die Vorstellung „Rotes", indem wir im ersten Fall Form und Ausdehnung (Würfelform und Würfelgröfse) ganz wegdenken, also die Qualität isolieren und im zweiten Fall Form und Ausdehnung nur unbestimmt lassen, also viele rote Formen und Ausdehnungen zusammenfassen.[5] „Rot" ist kein Allgemeinbegriff, wenigstens nicht in demselben Sinn wie „Rotes". Der Begriff „Rot" ist allgemeiner Anwendung fähig, aber involviert noch keine Allgemeinheit. Erst aus der Erfahrung anderer roter Körper ergibt sich diese allgemeine Anwendbarkeit. Die Allgemeinheit der „Elementarspezies" (um SCHUPPES Ausdruck zu gebrauchen) ist also

[1] Hingegen wenig zutreffend mit Summen, als welche vielmehr mit den Kollektivbegriffen zu vergleichen sind.

[2] Noch präziser wären die Bezeichnungen „ohne Raum- und Zeitlage" statt „raum- und zeitlos" und „nach Raum- und Zeitlage unbestimmt" statt „räumlich-zeitlich unbestimmt".

[3] Daher auch das Fehlen von Wortbezeichnungen für diese Stufen.

[4] Selbstverständlich läfst sie in einem zweiten Verfahren in analoger Weise, um zu Raumvorstellungen zu gelangen, auch die Qualitätsmerkmale (z. B. rot) weg bezw. läfst sie diese Qualitätsmerkmale unbestimmt.

[5] Die Qualität soll dabei noch unverändert festgehalten werden, es handelt sich also noch immer um eine einzelne ganz bestimmte Rotnüance.

nicht unmittelbar gegeben, eine Induktion nicht überflüssig, sondern unerläßslich. Die Allgemeinbegriffe, mit anderen Worten, sind nicht, wie SCHUPPE allenthalben vorauszusetzen scheint, unabhängig von der Induktion schon in der einzelnen Sinneserfahrung gegeben, sondern erst das Ergebnis vieler Sinneserfahrungen. Man kann SCHUPPE eventuell zugeben, dafs für die Abstraktion „Rot“ ein einmaliges Sehen eines roten Würfels genügt, aber diese Abstraktion „Rot“ entbehrt, solange das Sehen nur einmal stattgefunden hat, der Allgemeinheit. Erst mit dem öfteren Sehen roter Objekte ergibt sich, dafs meine Abstraktion „Rot“ einer allgemeinen Anwendung fähig ist. An dieser Tatsache ändert auch der Umstand nichts, dafs ich später aus Analogiegründen diesen durch isolierende Abstraktion entstandenen Begriffen eine allgemeine Anwendbarkeit auch ohne mehrfache Einzelerfahrungen zuschreibe. Prinzipiell ist nur wesentlich, dafs an sich mit diesen isolierenden Abstraktionen wie Rot eine Allgemeinheit nicht verbunden ist. Anders der durch zusammenfassende Abstraktion entstandene Begriff „Rotes“. Dieser entsteht — wenn ich wiederum von späteren Analogiebildungen absehe — überhaupt nur und erst auf Grund mehrfacher ähnlicher Sinnesempfindungen und ist dank dieser Entstehung unmittelbar ein Allgemeinbegriff. — Das Verhalten der Sprache ist auch hier interessant. Sprachliche Bezeichnungen sind auf dieser Stufe der Begriffsbildung im allgemeinen nur für die isolierenden Abstraktionen wie Rot zu finden. Für die zusammenfassenden Abstraktionen wie Rotes fehlen sie, weil die alsbald zu besprechenden Dingbegriffe im allgemeinen einen ausreichenden Ersatz liefern.

Wenn SCHUPPE sagt: „Dasjenige, was eine spezielle Farbe, z. B. Rot, zu dem Speziellen macht, was sie ist, kann ich absolut nicht denken, ohne das Generische, was die Farbe als Gattung ausweise, mitzudenken“ (S. 181), so läfst dieser Satz mehrfache Deutungen zu. Keinesfalls ist er in dem Sinn richtig, dafs ich bei dem Begriff „rot“ den Begriff Farbe mitdenken mufs oder faktisch stets mitdenke. Der Begriff „Farbe“ entsteht nicht aus dem Begriff „Rot“ allein, sondern aus den Begriffen „Rot“, „Grün“ u. s. f. durch Anwendung der zusammenfassenden oder variierenden Abstraktion. Erst nachträglich also stelle ich Rot als ein Glied (eine Variante) dieser Abstraktionsreihe vor und

denke also erst nachträglich das Generische, d. h. eben die ganze Reihe hinzu.[1] Der Vollständigkeit wegen bemerke ich noch, daſs streng genommen zwischen die oben besprochene Vorstellung Rot im Sinne einer bestimmten Rotnüance und die Allgemeinvorstellung Farbe sich noch die Allgemeinvorstellung niederen Grads eines Rots, welche viele bezw. alle Rotnüancen umfaſst, dazwischenschiebt, und daſs streng genommen die sprachliche Bezeichnung „Rot" von Anfang an, d. h. schon bei dem Sprechenlernen des Kindes alsbald auf diese niedergradige Allgemeinvorstellung ausgedehnt wird.

Die Dingbegriffe haben mit dieser letztbesprochenen Entwicklung prinzipiell nichts zu tun. Sie knüpfen vielmehr an das zuerst besprochene Stadium der räumlich und zeitlich unbestimmten Individualvorstellungen an. Wir beobachten nämlich häufig, daſs eine räumlich zusammenhängende Empfindung oder ein räumlich zusammenhängender Empfindungskomplex mit der Zeit (also in successiven zeitlichen Lagen) seine sonstigen Eigenschaften sämtlich oder einzeln, z. B. Form oder Farbe[2], stetig verändert. Fasse ich nun alle diese stetigen successiven Variationen im Sinn der zusammenfassenden Abstraktion zusammen, so gelange ich zu der Vorstellung des individuellen Dings. Bei dieser werden also erstens die zeitlichen Lagen, räumlichen Lagen, Formen und Qualitäten innerhalb mehr oder weniger bestimmter Grenzen[3] unbestimmt gelassen, zweitens aber wird auſser einer stetigen räumlichen Ausdehnung eine stetige Veränderung der einzelnen oder aller Eigenschaften mit der Zeit verlangt. Diese letztere Stetigkeit nehmen wir in tausend und aber tausend Fällen wahr, in vielen anderen nehmen wir sie hypothetisch an. Nach Analogie setzen wir sie schlieſslich beinahe bei jedem Empfindungskomplex, den wir erleben, voraus, und nehmen an, daſs es sich um ein Ding handle, welches sich stetig verändert hat

[1] Ich erinnere nochmals daran, daſs diese Auseinandersetzung zunächst nur für homogene Empfindungen gilt. Ihre Ausdehnung auf zusammengesetzte Empfindungen bleibt einer anderen Stelle vorbehalten.

[2] Von Gröſse und Anordnung will ich der Kürze wegen wieder absehen.

[3] Diese Grenzen sind, nebenbei gesagt, für einen exakten Dingbegriff ebenso notwendig, wie für ein bestimmtes Integral; bei extremen Form- und Qualitätsveränderungen hören wir auf, von „demselben" Ding zu sprechen.

und stetig verändern wird. Fast alles wird zum Ding. Im populären Dingbegriff ist schlechterdings nicht mehr enthalten.[1] Alle Gegenüberstellungen des Dings gegen unsere Empfindungen, unser Ich u. s. f. sind sekundäre Variationen des natürlichen Dingbegriffs. Wir meinen ursprünglich und meinen, sofern nicht durch sekundäre Überlegungen (Introjektion etc.) unsere Vorstellungen modifiziert worden sind, auch später nur unsere Empfindungskomplexe und zwar diese im Hinblick auf die oben genannten Bedingungen.

Vergleiche ich SCHUPPES Ansichten über die Entwicklung der Dingbegriffe mit dieser meiner Auffassung, so ist vorauszuschicken, dafs SCHUPPE seine Auffassung im Lauf der Jahre etwas modifiziert hat. Im „Menschlichen Denken" glaubte SCHUPPE noch, dafs das individuelle Ding als solches erst erkennbar sei, wenn die Begriffe von Arten und Gattungen entstanden sind. In der erkenntnistheoretischen Logik (S. 452 ff.) wird eine solche Abhängigkeit der Dingbegriffe von Allgemeinbegriffen nur in eingeschränktem Umfang noch behauptet (S. 457) SCHUPPE legt bei seiner neueren Darstellung gröfseres Gewicht auf die Gemeinschaft in Ruhe und Bewegung. Es liegt in der Tat auf der Hand, dafs bei der Abgrenzung der Individuen von einem Hintergrund dieser Faktor, den ich noch lieber als Kontrast gegen den Hintergrund charakterisieren möchte, oft eine erhebliche Rolle spielt. Andererseits kann er doch für den Dingbegriff nicht mafsgebend sein, insofern in zahllosen Fällen, z. B. bei Formveränderungen, die einzelnen Teile eines Dings sich in Bezug auf Ruhe sehr ungleichmäfsig verhalten, ohne dafs wir den Dingbegriff aufgeben. SCHUPPE hält auch die Vorstellung von Raumindividuen für eine notwendige „Voraussetzung des Dingindividuums". Meines Erachtens genügt die oben angeführte stetige räumliche Ausdehnung. Endlich legt SCHUPPE das Gewicht mehr auf die Gesetzmäfsigkeit der Veränderungen, während ich die Stetigkeit der Veränderungen für wesentlich halte. Ich berufe mich dabei auf die Tatsache, dafs das Kind und oft genug auch der Erwachsene von sich verändernden Dingen spricht und Dingbegriffe bildet, ohne die

[1] Eine in einigen Punkten verwandte Auffassung hat bekanntlich JOHN STUART MILL vertreten. Der Widerlegungsversuch STÖRRINGS (Diss. Halle 1889) ist nicht geglückt.

Gesetzmäſsigkeit der Veränderungen irgendwie festgestellt zu haben oder auch nur an die Gesetzmäſsigkeit der Veränderungen zu denken, während die Erwartung das Ding stetig seine Form, seine Lage etc. verändern zu sehen allerdings unsere Dingvorstellung von Anfang an begleitet.

Mit der Feststellung der psychologischen Entwicklung des Dingbegriffs ist die Frage nach der Bedeutung der dem Ding zugeschriebenen Einheit bezw. der Beharrlichkeit einer ihm etwa zu Grunde liegenden „Substanz" noch nicht erledigt. Auf die modernen Lösungsversuche dieses HUMEschen Problems werde ich demnächst bei einer Besprechung der Erkenntnistheorie von v. SCHUBERT-SOLDERN zurückkommen. Die Erörterungen SCHUPPES über diese Frage stehen zu den Hauptsätzen seiner Erkenntnistheorie in keiner näheren Beziehung.

C. Die Bedeutung der Sinnesorgane und zerebralen Sinnesleitungen und -zentren für die Empfindungen. ν-Empfindungen.

Eine wesentliche weitere Differenz zwischen der SCHUPPEschen Erkenntnistheorie und der meinigen besteht in der erkenntnistheoretischen Auffassung der Bedeutung der sinnesphysiologischen Prozesse. Im allgemeinen berücksichtigt SCHUPPE die für die Erkenntnistheorie entscheidende Fundamentaltatsache der Sinnesphysiologie zu wenig. Diese Fundamentaltatsache läſst sich kurz folgendermaſsen angeben: Die Beschaffenheit[1], räumliche und zeitliche Lage einer Empfindung ist in mannigfacher Weise vom Zustand der Sinnesorgane, Sinnesbahnen und Sinneszentren abhängig. Erkenntnistheoretisch exakter ist folgende Formulierung: Wenn die Empfindungen unserer Sinnesorgane, Sinnesbahnen und Sinneszentren[2] — die ν-Empfindungen — sich ändern, so ändern sich auch die Objektempfindungen. Diese Änderungen habe ich als „Rückwirkungen" bezeichnet. Wenn ich beispielsweise fühle oder im Spiegel sehe, daſs ein Freund meinen rechten Augapfel nach links verschiebt, so ändern sich meine Objektempfindungen insofern, als z. B. eine vor mir stehende Stange doppelt gesehen wird. Ebenso bedingt jede

---

[1] Unter Beschaffenheit will ich hier Qualität, räumliche und zeitliche Anordnung, Form und Ausdehnung kurz zusammenfassen.

[2] Genitivus objectivus!

Veränderung der Einwirkung der Objekte auf meine Sinnesorgane [1], z. B. das Vorhalten eines grünen Glases vor mein Auge, eine Veränderung vieler Empfindungen. Die älteren Erkenntnistheorien kannten in dieser Beziehung keine Schwierigkeiten. Beherrscht von der Introjektion nahmen sie fast ausnahmslos an, dafs die vom Objekt, dem Reiz, verursachten Erregungen, in das Gehirn gelangt, in diesem oder auch noch jenseits desselben die Empfindungen auslösten; damit wird es natürlich überflüssig von Rückwirkungen zu sprechen. AVENARIUS und SCHUPPE haben nachgewiesen, dafs die Introjektionslehre unzulässig ist. Unabhängig von beiden bin ich zu demselben Ergebnis gekommen. Sowohl AVENARIUS wie auch SCHUPPE haben jedoch versäumt, der oben erwähnten sinnesphysiologischen Tatsache, deren Bedeutung nunmehr gerade durch die Verwerfung der Introjektion rätselhaft scheint und für die Erkenntnistheorie entscheidend ist, genügend Rücksicht zu tragen. Wir fragen, wenn wir die Empfindungen nicht mehr in das Gehirn, sondern an den Ort der sog. Objekte verlegen, billigerweise: wie kommt es, dafs die Empfindungen ihrer Beschaffenheit nach allenthalben von dem Gehirnzustand, von der Möglichkeit und von der Art und Weise der Einwirkung auf das Gehirn abhängig sind? Im Santoninrausch erscheinen helle Flächen grüngelblich, bei geschlossenen Augen verschwinden die Gesichtsempfindungen, bei einem Aufsetzen einer blauen Brille werden alle Gesichtsempfindungen bläulich u. s. f. Wie erklären sich diese eigentümlichen „Rückwirkungen" unseres Gehirns? Wie kommen gar Halluzinationen zu stande, welche wie die normalen Empfindungen an einem bestimmten Ort auftreten und offenbar oft ausschliefslich auf krankhaften Prozessen unseres Gehirns beruhen?

SCHUPPE hat in seinem Hauptwerk alle diese Fragen nur sehr flüchtig berührt (vgl. z. B. auch S. 665 ff.). Etwas mehr nähert er sich ihnen in seiner jüngsten im Jahre 1902 erschienenen Schrift „Der Zusammenhang von Leib und Seele".[2]

---

[1] Die exaktere erkenntnistheoretische Formulierung ergibt sich auch hier ohne weiteres.

[2] Dieselbe ist mir erst zur Kenntnis gekommen, als dies Manuskript bereits im Wesentlichen abgeschlossen war. Sie erschien mir jedoch wichtig genug, um einzelne Erörterungen über die in ihr niedergelegten Erörterungen nachträglich in das Manuskript einzuschieben.

S. 44 spricht er ausdrücklich von der oben erwähnten Schwierigkeit. Es findet, daſs dieselbe „kaum geringer wird, wenn das Gehirn als Empfänger der Einwirkung und Ausüber der Gegenwirkung, welche das Sehen ist, gedacht werden soll; er will das jedoch nicht als wissenschaftliche Erklärung gelten lassen, sondern „viel lieber bekennen, den eigentlichen Hergang der Sache nicht zu kennen". Nur „einige Hilfe" glaubt SCHUPPE von seinem Standpunkt gewähren zu können. Er setzt zunächst auseinander, daſs „das Ich, wenn es in einem Menschenleibe[1] oder als ein Menschenleib konkrete Existenz haben soll, die Fähigkeit, Sichtbares zum Inhalt seines Bewuſstseins zu haben, d. h. zu sehen, in sich selbst haben muſs". Alles, was oben gegen die Aufstellung eines primären Ich gesagt worden ist, ist auch gegenüber diesem Satz geltend zu machen. Die oben berührte Schwierigkeit löst er überdies nicht im geringsten. SCHUPPE selbst fühlt dies. Es bleibt noch zu erklären, „welchen Anteil die Sinnesorgane und die Vorgänge in ihnen an dem Gesamtresultat haben, daſs jedes Ich von allem sinnlich Wahrnehmbaren gerade immer dieses oder jenes zum Inhalt seines Bewuſstseins gewinnt oder wahrnimmt", und „ohne eine bestimmte Behauptung zu wagen, will er doch folgenden Gedanken der Beachtung empfehlen": da nach SCHUPPE sich das Ich „als raumerfüllendes, einen Platz im Raum einnehmendes findet, und da es selbst, dieses diesen Ort einnehmende Ich die sichtbare Welt zu seinem Bewuſstseinsinhalt haben soll, so muſs die sichtbare Welt sich auch in Beziehung auf d i e s e n Ort, den das Ich einnimmt, ordnen und zwar in Beziehung auf einen ganz bestimmten Punkt in diesem Orte, das Auge". Darin kann ich nun allerdings keine Lösung, auch keine annähernde, des Rätsels finden. Es bleibt doch die Tatsache bestehen, daſs unsere Sinnesapparate inkl. Gehirn nicht nur der Ordnung der Eindrücke dienen, sondern vor allem ihre Qualität bestimmen. Letzere ist sogar in viel höherem Maſs von unseren Sinnesorganen abhängig als erstere. SCHUPPE selbst erkennt denn auch sofort an, daſs er dem Auge Lichtempfindlichkeit zuerkennen muſs und

[1] Damit hängt auch die Lehre SCHUPPES zusammen, daſs das konkrete Ich „das sich als seinen Leib wissende Ich" ist. Vgl. auch Natürl. Weltans. (11), S. 10: „unmittelbar findet sich das Ich ein Stück Raum erfüllend". SCH. übersieht hier die Rolle der Organ- und Bewegungsempfindungen.

dafs damit die ganze Schwierigkeit wiederkehrt, und meines Erachtens behauptet er daher mit Unrecht unmittelbar danach doch, dafs sein Lösungsversuch die philosophische Schwierigkeit der Erklärung der Leistungen der Sinnesapparate erheblich gemindert habe. Sie ist dieselbe geblieben und bleibt bestehen, solange man sich nicht auf den Boden der 1898 von mir entwickelten Sätze stellt. Danach ergibt die Analyse der Welt, d. h. unserer Empfindungen zwei Gesetzlichkeiten, die eine entspricht den Kausalgesetzen der Naturwissenschaft, die andere habe ich als das Parallel- oder Rückwirkungsgesetz bezeichnet. Populär ausgedrückt, gibt letzteres an, welcher psychischer Prozefs jeder Hirnerregung des Individuums und daher auch — ceteris paribus — einem bestimmten Reiz entspricht. Das Gesetz der spezifischen Energie ist ein Spezialfall dieser Parallelgesetzlichkeit. Jede einzelne Erscheinung (Empfindung) ist die Resultante beider Gesetzlichkeiten.[1] Durch Elimination der individuellen Rückwirkungen gelange ich zu den „Reduktionsbestandteilen" der Empfindungen oder versuche ich wenigstens zu solchen Reduktionsbestandteilen zu gelangen. Ich glaube, dafs diese Auffassung, deren einzelne Darlegung und Begründung ich in meiner Erkenntnistheorie nachzulesen bitten mufs, im Gegensatz zur SCHUPPEschen den Tatsachen der Hirn- und Sinnesphysiologie wirklich Rechnung trägt und die nach Verwerfung der Introjektion sich ergebende erkenntnistheoretische Schwierigkeit bezüglich des Einflusses unserer Sinnesapparate (einschliefslich des Gehirns) auf die Empfindungen wirklich beseitigt. Freilich eine „Erklärung" darf man für diese Rückwirkungen, eine „Begründung" für das einzelne Rückwirkungsgesetz nicht verlangen. Eine solche Erklärung und Begründung können wir jedoch auch für die naturwissenschaftlichen Kausalgesetze nicht geben. Wir können nicht erklären, weshalb Attraktionserscheinungen existieren, und nicht begründen, warum für diese Attraktionserscheinungen gerade diese und keine anderen Gesetze

---

[1] Die Unterschiede beider Gesetzlichkeiten habe ich hier nicht nochmals auseinanderzusetzen. Ich hebe nur nochmals hervor, dafs die Zeit als unabhängige Variable nur bei der Kausalgesetzlichkeit eine Rolle spielt; nur die Kausalvorgänge laufen in der Zeit ab, mit der bestimmten Rindenerregung ist hingegen gleichzeitig die parallele psychische Qualität im Sinne der Rückwirkungen gegeben. Von „Wirkungen" im gewöhnlichen Sinne ist also bei letzteren nicht die Rede.

gelten. Schon das erste Gesetz der Mechanik, den Lehrsatz vom Parallelogramm der Kräfte, müssen wir als eine Tatsache hinnehmen. Nicht einmal im einfachsten Fall zweier gleicher, z. B. rechtwirklich zueinander auf einen Punkt wirkender Kräfte können wir erklären oder beweisen, dafs die Resultante den rechten Winkel halbiert und nicht etwa gerade in entgegengesetzter Richtung verläuft, d. h. den überstumpfen Winkel (von 270°) halbiert. Ebensowenig dürfen wir Erklärungen und Beweise für die Rückwirkungen und ihre Gesetze verlangen. Auch hier können wir nur Tatsachen konstatieren und die Tatsachen zu Gesetzen zusammenfassen. Ich glaube also, dafs die erkenntnistheoretische Bedeutung unserer Sinnesapparate richtiger in meiner Erkenntnistheorie dargelegt ist.

Damit hängt noch eine andere Schwierigkeit zusammen, welche auch Schuppe nicht entgangen ist. Wenn wir auf die Introjektion verzichten und als das Wirkliche die Summe der Empfindungen betrachten, so erhebt sich die Frage: was wird aus dem Baum, wenn ich ihm den Rücken drehe und — wie wir etwa noch hinzufügen können — auch kein anderes lebendes Wesen ihn gerade sieht? Schuppe meint, dafs „die absolut zuverlässige Gesetzlichkeit, dafs ich und jeder andere, die nötigen Bedingungen vorausgesetzt, z. B. die der Anwesenheit an bestimmtem Orte, eine Wahrnehmung bestimmter Art machen wird, nicht nur ein Beweis für die Existenz dieses Wahrnehmbaren, sondern gleichbedeutend mit seiner Existenz ist, auch wenn gerade niemand diese Wahrnehmung macht.[1] Daher betont er auch, dafs „der Begriff des wirklichen Seins nicht in der blofsen Empfindung aufgeht, sondern die absolute Gesetzlichkeit einschliefst, nach welcher je nach Umständen und Bedingungen bestimmte Empfindungsinhalte bewufst werden“. Diesen Sätzen gegenüber mufs man vor allem fragen, welche absolute Gesetzlichkeit Schuppe meint. Die naturwissenschaftlichen Kausalgesetze genügen nicht. Die Rückwirkungsgesetze meiner Erkenntnistheorie sind ganz unerläfslich. Die Erscheinungen (Empfindungen) lassen eine Gesetzlichkeit überhaupt nicht erkennen, bevor die Zerlegung in die Kausalgesetzlichkeit und die Parallelgesetzlichkeit erfolgt ist. Für

---

[1] Grundrifs S. 30. Die Sperrung des Druckes in den letzten Worten habe ich hinzugefügt.

SCHUPPE geht der Begriff des existierenden Unwahrgenommenen in dem Begriff dessen auf, was seinem Begriffe nach Wahrnehmbares ist, z. B. Rotes, Rundes. Hier klingt wieder die oben bereits bestrittene Lehre von der Realität des Allgemeinen oder Gattungsmäfsigen hinein, und, auch hiervon abgesehen, ist nicht verständlich, mit welchem Recht das seinem Begriff nach Wahrnehmbare als existierend bezeichnen kann. Die Notwendigkeit des Eintretens bei tatsächlicher Anwesenheit bestimmter Bedingungen kann man eventuell mit SCHUPPE dem Sein gleichsetzen, jedoch die Notwendigkeit des Eintretens bei möglichem Erfülltsein bestimmter Bedingungen ist von dem Sein absolut zu trennen. Von zahllosen Objekten ist es sehr fraglich, ob sie z. B. jemals gesehen werden. Darf ich sie nun deshalb als existierend bezeichnen, weil sie, wenn jemand in ihrer Nähe und in einer bestimmten Stellung (mit offenen Augen etc.) ihnen gegenüber stände, gesehen würden? Mit welchem Recht darf ich die Begriffe der Existenz so über das tatsächlich Gegebene hinaus in das Gebiet des Möglichen erweitern? **Jedenfalls meine ich noch etwas ganz anderes als diese Möglichkeit** oder **„Erwartung“**, sie sei auch noch so gesetzlich und zuverlässig, wenn ich etwas Nicht-Wahrgenommenes als existierend bezeichne: ich schreibe ihm auch während des Nicht-Wahrnehmens irgend etwas zu, was wir eben als Existenz bezeichnen. Über diese Schwierigkeit kommt SCHUPPE nicht hinweg. Meine Erkenntnistheorie scheint mir auch hier den richtigen Ausweg zu bieten. Dieser zufolge ergaben sich bei der Zerlegung der Empfindungen (der Erscheinungswelt oder wie man das Unmittelbargegebene sonst nennen will) zwei Bestandteile, die Reduktionsbestandteile und die ν-Komponenten[1] (Parallelkomponenten). Erstere stellen den den naturwissenschaftlichen Kausalgesetzen gehorchenden Teil der Empfindungen, letztere den von den Parallelgesetzen (Gesetzen der spezifischen Energie) beherrschten Teil der Empfindungen dar. Die ersteren hören infolge der Reduktionen nicht auf psychisch oder, was hiervon nicht verschieden ist, bewufst[2] zu sein, nur die indi-

[1] Beiläufig gesagt, erinnern dieselben an die Upâdhis der Vedântalehre.

[2] Mit dem Wort bewufst kann man entweder einfach alle tatsächlich gegebenen psychischen Prozesse bezeichnen und dies ist der übliche Sprachgebrauch, oder man kann als bewufst diejenigen psychischen Prozesse bezeichnen, deren Ablauf ausdrücklich und tatsächlich mit der Vorstellung der Beziehung auf mein Ich verbunden ist. Von dem letzteren

viduelle Rückwirkung des individuellen Gehirns ist eliminiert. Wir gelangen also zur Vorstellung[1] einer Existenz, für welche die ν-Komponenten ausgeschaltet sind. Das Psychische ist bei diesem Begriff der Existenz nicht preisgegeben, nur die Individualrückwirkung. Wir haben nicht das geringste Recht, etwa für letztere ausschliefslich das Attribut „psychisch" zu reservieren und für die Reduktionsbestandteile (die „reduzierten Empfindungen") eine andere ganz inhaltlose Form der Existenz (Materie etc.) zu ersinnen. Wenn ich[2] die Augen schliefse und damit z. B. die Rückwirkungen in Bezug auf ein bestimmtes Sehobjekt zu Null werden, so verschwindet die individuelle Gesichtsempfindung, aber nicht ihr Reduktionsbestandteil. Es ist eine der in der Parallelgesetzlichkeit enthaltenen Tatsachen, dafs der Rückwirkung Null oder, auf die Hirnrinde bezogen, der Erregung Null bezw. einer unter der Schwelle bleibenden Erregung oder endlich, auf die Reize bezogen, der Abwesenheit des Reizes oder einem im Sinne des Weberschen Gesetzes unter der Schwelle bleibenden Reiz das Verschwinden der Individualempfindung entspricht. Ich sehe nicht ein, weshalb wir ein solches Gesetz nicht ebensogut als Tatsache hinnehmen sollten wie z. B. die Gesetze des Gleichgewichts in der Mechanik. Damit ist die Existenzfrage der gerade nicht wahrgenommenen Objekte erledigt. Für die Naturwissenschaft scheint mir nur durch meine Lösung eine volle Aktionsfreiheit gesichert zu sein.

Sinn des Worts, welcher besser durch die Bezeichnung „selbstbewufst" oder „ichbewufst" wiedergegeben wird, sehe ich hier wie auch in meinen früheren Schriften ganz ab. Die Reduktionsbestandteile sind schlechthin psychisch oder bewufst (im ersten Sinn) oder, wenn man die Elimination der individuellen Rückwirkungen besonders betonen will, „allgemeinbewufst". Letzteres bedeutet also nicht etwa: „im Bewufstsein eines allgemeinen Ichs oder eines allgemeinen Selbstbewufstseins gegeben", sondern bedeutet eben nur schlechthin, dafs die individuellen Parallelrückwirkungen eliminiert sind.

[1] Ich sage geflissentlich „zur Vorstellung einer Existenz" und nicht „zu einer Existenz" und bitte dies meinem skeptischen Standpunkt (Psychophys. Erkenntnistheorie S. 97) zugute zu halten.

[2] Vgl. meine Erkenntnistheorie S. 33, 35 u. s. f. Auf S. 35 ist auf der 9. Zeile von oben statt O_x-Empfindungen natürlich o_x-Empfindungen zu lesen.

Aus dem soeben besprochenen Fehler der SCHUPPEschen Erkenntnistheorie erklärt sich meines Erachtens auch die Neigung SCHUPPES, die sekundären Qualitäten LOCKES nicht zum Subjektiven, sondern zum „objektiv Wirklichen" zu rechnen.[1] Der Raum ist für SCHUPPE mit Qualitäten erfüllt (S. 446 und vielfach sonst). Die Abhängigkeit der Farbe von der Lagerung und Bewegung der Atome soll für die erkenntnistheoretische Logik nicht in Betracht kommen. Alle diese Widersprüche mit den physikalischen Tatsachen fallen bei meiner Deutung weg. Bei meiner „Reduktion" fällt nicht nur das weg, was ein individuelles Subjekt vom anderen unterscheidet, sondern alles das, was wir als spezifische Energien bezeichnen.

D. Ding an sich und Kausalitätsprinzip.

Darin, dafs ein Ding an sich ein Unding, d. h. ein ganz inhaltloser und noch dazu durch einen falschen Schlufs gebildeter Begriff ist, stimme ich mit SCHUPPE völlig überein. Speziell lassen seine Ausführungen im Grundrifs (S. 10ff.) in dieser Richtung an Deutlichkeit nichts zu wünschen über. Ich habe daher hier nur weniges anzumerken. Zunächst bezüglich der Anwendung des sog. Kausalitätsprinzips auf die Erscheinungen (Empfindungen) zum Behuf der Konstruktion eines Dings an sich. Bekanntlich hat man schon sehr bald KANT vorgeworfen, dafs er bei der Annahme eines Dings an sich von dem Kausalitätsbegriff einen unerlaubten transzendenten Gebrauch gemacht habe. Viel wesentlicher scheint mir die fehlerhafte doppelte Anwendung[2] des Kausalitätsprinzips, welche bei dieser Konstruktion des Dings an sich unvermeidlich unterläuft. Für einen Erscheinungskomplex *b* postulieren wir erstens einen ihn verursachenden Erscheinungskomplex *a* innerhalb der Erscheinungsreihe und zweitens ein ihm zu Grunde liegendes, d. h., wenn wir das Kausalitätsprinzip zum Beweis des Dings an sich gebrauchen, auch wieder ihn verursachendes „Ding an sich" aufserhalb der Erscheinungsreihe. Die Allgemeingültigkeit des Kausalgesetzes ist nur innerhalb der Erscheinungsreihe nach-

[1] Vgl. z. B. Grundrifs S. 33 Siehe auch Normen des Denkens Nr. 7 S. 394.

[2] Ich wage nicht bestimmt zu entscheiden, ob SCHUPPE im Menschl. Denken S. 9 auch an diese doppelte Anwendung gedacht und sie schon damals verworfen hat.

gewiesen; damit verbietet sich geradezu eine zweite Anwendung auf irgend ein anderes Gebiet hin.

Daſs ich endlich dem Kausalitätsgesetz nicht die Apriorität zugestehen kann, welche Schuppe ihm namentlich im menschlichen Denken (S. 130 ff.) vindiziert, bedarf nicht der Hervorhebung. Ich hoffe auf diese Frage demnächst bei einer Auseinandersetzung mit den Machschen erkenntnistheoretischen Anschauungen ausführlich zurückzukommen.

Schuldig bleibt uns Schuppe eine erkenntnistheoretische Untersuchung der Umformungsmethoden, welche die Naturwissenschaft an den Erscheinungen ausführt. Darin erblicke ich die Bedeutung meiner Reduktionsvorstellungen bezw. Reduktionsbestandteile, daſs sie im Sinne der naturwissenschaftlichen Beobachtungstatsachen (nicht im Sinne vieler naturwissenschaftlicher Hypothesen über Materie etc.) an Stelle des Dings an sich treten.

E. Die Pluralität der Ichs.[1]

Avenarius hat das Problem, welches in der Tatsache liegt, daſs der eine „Umgebungsbestandteil“ (z. B. ein bestimmter Baum) seiner Terminologie bei mir und zahlreichen Mitmenschen ebensoviele Empfindungen hervorruft, fast ganz übersehen. Mit der Verwerfung der Introjektion taucht auch dies Problem auf. Wenn die Empfindungen nicht „in unserer Hirnrinde sind“, sondern, wie Avenarius, Schuppe und ich gemeinschaftlich annehmen, nur da sind, wo sie im Raum von uns gesehen, gehört, gefühlt werden u. s. f., so erhebt sich doch die Frage: wie verhält sich meine Empfindung eines bestimmten Baums zu der Empfindung, welche mein Mitmensch M an derselben Stelle von demselben Baum hat? Um so dringlicher wird diese Frage, als unsere beiden Empfindungen je nach unserem Standort nicht vollständig übereinstimmen. Schuppe hat zuerst einen wesentlichen Teil dieser Frage gelöst, und hierin erblicke ich — nächst der Beseitigung der Introjektion — seine zweite groſse erkenntnistheoretische Entdeckung. Schon in der erkenntnistheoretischen Logik (S. 77 ff.) spricht er den Satz aus, daſs „ein Teil des Be-

[1] Schuppe braucht meist den Plural „die Iche“, wie man ihn z. B. auch bei Fichte findet. Dem jetzt herrschenden Sprachgebrauch, welcher übrigens auch früher überwog, scheint mir die Form „die Ichs“ mehr zu entsprechen.

wufstseinsinhalts den Ich — seiner und ihrer Natur nach — gemeinsam ist“ (vgl. auch S. 658 und S. 696 ff.). Klarer noch ist die Darstellung im Grundrifs der Erkenntnistheorie und Logik. Ich kann mir nicht versagen, die Hauptstelle hier wörtlich anzuführen (S. 30): „Da nach obiger Lehre (d. h. derjenigen SCHUPPES) das Ich, welches Inhaber der Wahrnehmungen ist, nicht räumlich begrenzt ist, so liegt nicht nur nicht der mindeste Grund vor, die natürliche Ansicht, dafs die Iche im Falle übereinstimmender Wahrnehmung wirklich dasselbe numerisch Eine wahrnehmen, gewaltsam umzudeuten, sondern es ist auch nicht mehr möglich. Der erfüllte Raum, welcher uns bewufst ist, ist derselbe eine Raum, und wenn die Ausschnitte desselben und die ihn erfüllenden Wahrnehmbaren nach festen Gesetzen in den Bewufstseinsinhalten wechseln resp. irgendwie voneinander abweichen, so ist es absolut nichts Widersprechendes, nichts Unmögliches oder auch nur Befremdliches, sondern ganz selbstverständlich, dafs es dasselbe wirklich Eine ist, welches bald von mehreren zugleich, bald nacheinander wahrgenommen wird, und dafs die Unterschiede der Wahrnehmungen, soweit sie in dieser objektiven Wirklichkeit als gesetzlich an bestimmte Bedingungen geknüpfte begründet sind, dieselbe Existenz des für alle Wahrnehmbaren haben, soweit sie dies aber nicht sind, auf die physische oder psychische Eigenart des Individuums zurückführbar als subjektive Alterationen gelten müssen. Auch im letzteren Falle ist, soweit die Wahrnehmungen doch noch übereinstimmen, dasselbe wirklich Eine wahrgenommen, und mit ihm verquickt, zu dem Bilde des einen Dinges oder Ereignisses verschmolzen ist das Alterierende, Subjektive. Wenn auch die beiden Bestandstücke nicht wie Konkreta voneinander abtrennbar sind, sondern jenes nur in gewissen Partien zum Teil abstrakter Art besteht, so ist es eben die das physische und psychische Individuum ausmachende Gesetzlichkeit, nach welcher das wirklich Eine nicht vollständig, sondern mit subjektiven Abänderungen dieses Bewufstseins Objekt wird.“

Mit diesen Sätzen kann ich fast vollständig übereinstimmen. Meine Ansicht gestaltet sich nur dadurch viel einfacher, dafs das Gemeinsame der Empfindungen der verschiedenen Individuen nichts anderes ist als der Reduktionsbestandteil der Empfindungen, d. h. ihre von den individuellen Rückwirkungen befreite Komponente.

In den weiteren Schlüssen und in den folgenden Entwicklungen gehen allerdings unsere Meinungen wieder weit auseinander. SCHUPPE meint, „dafs die überein- und zusammenstimmenden Wahrnehmungen eben auch an dasjenige geknüpft und in demjenigen begründet sind, was dem individuellen Bewufstsein gemeinsam ist, das ist das Gattungsmäfsige des Bewufstseins überhaupt, welches allen möglichen spezifischen und individuellen Unterschieden (den Bestimmtheiten) als Bedingung ihrer Denkbarkeit zu Grunde liegt". Ich kann nicht einsehen, weshalb das Gemeinsame der Wahrnehmungen der verschiedenen Menschen überhaupt noch einmal an etwas geknüpft oder in etwas begründet sein sollte. Und gar nun das „Gattungsmäfsige des Bewufstseins überhaupt"! Gewifs trägt das Gemeinsame der Wahrnehmungen, der Reduktionsbestandteil der Empfindungen insofern einen allgemeineren Charakter, als die individuellen ν-Komponenten eliminiert worden sind, aber deshalb hat es doch mit einem Allgemeinbegriff im gewöhnlichen Sinn, einem Gattungsbegriff nichts zu tun. Ein solcher umfafst eine Reihe verschiedener, aber ähnlicher Individuen, deren gemeinsame Merkmale numerisch nicht identisch sind: die charakteristische Fühlerform des Maikäfers existiert so oft, als es Maikäferindividuen gibt. Der Reduktionsbestandteil, das Gemeinsame der Empfindungen existiert hingegen nur einmal, es ist dasselbe numerisch Eine, wie SCHUPPE selbst sagt. Es verhält sich zu den individuellen Empfindungen nicht wie die Gattung zur Art, sondern etwa wie ein Bild zu seinen Erscheinungsweisen bei verschiedener Beleuchtung. Es handelt sich nicht um einen Gattungsbegriff, sondern um ein gemeinsames Substrat der Individualempfindungen, dessen Vorstellung durch unsere Ideenassoziation aus den Individualempfindungen abgeleitet worden ist, und nur in diesem Sinn um eine Allgemeinvorstellung.[1]

So wird es auch verständlich, dafs SCHUPPE die Grenze zwischen dem gemeinsamen Substrat und den individuellen Zugaben ganz anders zieht als ich. Wenn ich SCHUPPE recht verstehe, ist er geneigt, dem ersteren die sekundären Qualitäten LOCKES, Farbe etc. nicht völlig abzusprechen, während sie nach

[1] Man täte wohl besser in der Logik die Allgemeinbegriffe eines Gemeinsamen, welches in den Individuen numerisch ein und dasselbe ist, als Substratbegriffe besonders abzuscheiden.

meiner Anschauung als solche ganz den „Rückwirkungen" zufallen (vgl. oben S. 27).

Auch die Auffassung der anderen „Ichs" gestaltet sich bei SCHUPPE — vielleicht auch im Zusammenhang mit der soeben besprochenen Differenz, namentlich aber im Zusammenhang mit der verschiedenen Auffassung des eigenen Ich — abweichend SCHUPPE betont: die Existenz anderer Ichs ist zwar erschlossen, aber doch ebenso unzweifelhaft als z. B. gewisse Aussagen über die Sterne oder das Erdinnere, welche ebenfalls nicht auf tatsächlicher Wahrnehmung beruhen (S. 77). Ein Transcensus scheint ihm mit diesem Schlufs auf andere Ichs nicht verbunden (vgl. auch S. 699). Da ich schon die Annahme des eigenen Ichs, wenn sie etwas anderes bedeuten soll als die Annahme eines an mein Gehirn gebundenen Komplexes von Rückwirkungen, als eine unzulässige Transzendenz erwiesen zu haben glaube, so gilt dies natürlich auch von dem Analogieschlufs auf andere solche transzendente Ichs. Nach meiner Auffassung (Psychoph. Erkenntnisth. S. 38) handelt es sich sowohl bei dem eigenen Ich wie bei den fremden Ichs um Komplexe individueller Rückwirkungen (l. c. S. 40) oder, was auf dasselbe hinausläuft, die Summe der „Rückwirkungen" der einzelnen Gehirne (streng genommen der Reduktionsbestandteile derselben). Eine spätere Auseinandersetzung mit der Erkenntnistheorie von v. SCHUBERT-SOLDAN wird mir Gelegenheit geben, die Differenz zwischen dieser Anschauung und den verschiedenen Formen des Solipsismus noch näher zu erörtern.

F. Die Reflexionsprädikate.

Es ist eines der gröfsten Verdienste SCHUPPES, die eigenartige Stellung der von ihm sog. Reflexionsprädikate aufgedeckt und namentlich auch auf ihre erkenntnistheoretische Bedeutung hingewiesen zu haben. Bei diesen Reflexionsprädikaten soll es sich um eine Prädikation handeln, „welche das Prädikat einem anderen der drei von SCHUPPE abgegrenzten Gebiete entnimmt, als dem das Subjekt angehört" (S. 155). Das als Objekt fungierende Ding, auf welches sich die inneren Zustände und Tätigkeiten der Seele beziehen, kann auch zum Subjekt gemacht und von ihm ausgesagt werden, was die Tätigkeit der Seele an ihm getan hat, z. B. dafs es gesehen, gedacht, geliebt, gewollt werde u. s. f., dafs es existiert u. s. f. Weitere Ergänzungen zu

dieser Lehre von den Reflexionsprädikaten finden sich im Hauptwerk namentlich S. 269, 376, 428, 456, 506, 522 ff., 564, und schliefslich widmet ihnen SCHUPPE ein besonderes Kapitel S. 622 ff. Das erkenntnistheoretische Interesse an diesen Reflexionsprädikaten liegt klar zu Tage; beziehen sich doch alle die hierhergehörigen Urteile direkt oder indirekt gerade auf dasjenige Verhältnis, welches für die Erkenntnistheorie ein Hauptproblem ist, auf die Beziehung zwischen „Ich" und Objekt.

So sehr ich nun das Verdienst SCHUPPES anerkenne bezüglich der Hervorhebung dieser „Reflexionsprädikate", so kann ich doch seiner Auffassung derselben in manchen Punkten nicht beipflichten. Vor allem glaube ich nicht, dafs die SCHUPPEschen Reflexionsprädikate, wofern man von der logischen Form absieht und ihren psychologischen Inhalt berücksichtigt, getrennt werden können von den Prädikationen über das Ich. SCHUPPE sagt, dafs das Ich in einer besonderen Form der Prädikation sich selbst zum Objekt macht und von sich Bestimmungen aussagt, die so in ihm als Teil oder Bestandteil erkannt werden können, wie in den Objekten ihre Eigenschaften (S. 154), und unterscheidet davon noch Prädikationen, in welchen die Denkarbeit als solche zum Gegenstand des Bewufstseins gemacht wird (S. 155). Ich kann nun zwischen diesen beiden Prädikationen und den Reflexionsprädikationen keinen inhaltlichen Unterschied finden. Inhaltlich kommt es doch auf dasselbe hinaus, ob ich sage: „ich sehe eine Rose" und „ich denke eine Rose" oder ob ich sage: „eine Rose wird von mir gesehen" und „eine Rose wird von mir gedacht". Auch in den Prädikationen über mein Ich mufs ich ein Objekt, ein spezielles oder im allgemeinen ein Objekt, hinzudenken; Prädikat und Subjekt liegen schliefslich also doch auch auf verschiedenen „Gebieten". Bei den Prädikationen über mein Ich in der Aktivform („ich sehe die Rose") wird diese Tatsache nur dann verschleiert, wenn es sich um allgemeine Prädikationen handelt („ich sehe" ohne spezielles Objekt). Dann könnte man glauben, dafs das Sehen noch im Gebiet des Ichs liegt und dafs sonach die ganze Prädikation sich auf einem einzigen „Gebiet" im Sinne SCHUPPES abspielt. Jndes ergibt eine nähere Überlegung sofort, dafs auch hier das Objekt nicht verschwunden, sondern nur verallgemeinert bezw. unbestimmt gelassen ist.[1] Ein Sehen ohne Sehobjekt ist ein Unding. Gerade,

[1] In der Tat kann ich auch sehr gut die entsprechenden allgemeinen

wer wie SCHUPPE mit Recht die Introjektion und Projektion verwirft, darf nicht zwei Gebiete [1] unterscheiden und nun das Sehen, Denken, Wollen etc. als Verbindungsstrafse zwischen beiden behandeln. Auch als Abstraktion ist dies nicht zulässig.

Auch wenn SCHUPPE etwa die Ich-Prädikationen auf Willens-, Gefühl- [2] und Denkprozesse s. str. einschränken wollte, würde ich eine Trennung dieser Ich-Prädikationen im engeren Sinn von den „Reflexions-Prädikationen" nicht für zulässig halten. Auch bei den Ich-Prädikationen s. str. ist das Hinzudenken eines speziellen oder allgemeinen Objekts unerläfslich.

Meines Erachtens fallen also die Reflexionsprädikationen SCHUPPES, soweit sie überhaupt eine besondere Stellung beanspruchen, mit den Ich-Prädikationen zusammen. Beide gemeinschaftlich verdienen jedoch in der Tat psychologisch und erkenntnistheoretisch die gröfste Beachtung. Es frägt sich nämlich, ob wir nun wirklich mit diesen Reflexionsprädikaten im weiteren Sinn — unter diesem Namen möchte ich die SCHUPPEschen Reflexionsprädikate s. str. und die Ich-Prädikate zusammenfassen — neue Inhalte denken oder ob es sich um bequeme verallgemeinernde Zusammenfassungen häufig vorkommender psychologischer Situationen („Sehen" etc.) durch die Sprache handelt. Ich entscheide mich durchaus für die letztere Alternative und verweise auf die Beweisführung in meiner physiologischen Psychologie (6. Aufl., S. 148). Ich will hier nur hinzufügen, dafs z. B. auch SIGWART [3] die Schwierigkeit dieser Reflexionsprädikate im weiteren Sinn nicht entgangen ist und dafs er, um die Existenz solcher Reflexionspräparate zu retten, sich genötigt sieht, z. B. für alles Sehen „eine gleichartige sich als solche auf unmittelbare Weise ankündigende Erregung des Subjekts anzunehmen, die unmittelbar als verschieden von der Erregung aufgefafst wird, welche allem Hören gemeinsam ist". Es liegt auf der Hand, dafs dies „sich auf unmittelbare Weise Ankündigen" das Problem nicht im geringsten löst. Nach meiner Auffassung ist das Problem falsch gestellt. Wir kommen über die Allgemein-

---

Reflexionsprädikate bilden: „etwas wird gesehen" oder „es wird gesehen".

[1] Daher halte ich auch den von SCHUPPE vielfach gebrauchten Vergleich (Ich-Mittelpunkt und Peripherie der Objekte) nicht für zweckmäfsig.

[2] Vgl. S. 526 u. 623 ff.

[3] Logik. 2. Aufl., 2. Bd., S. 189 ff. 1893.

vorstellungen Farbe, Licht etc. auf optischem Gebiet nicht hinaus, im Reflexionsprädikat „Sehen“ wird uns dies nur vorgetäuscht. Wenn ich das Urteil fälle: „die Rose wird von mir gesehen“, so stelle ich mir nicht etwa ein „Sehen“ vor, sondern ich assoziiere mit der Gesichtsvorstellung bezw. Gesichtsempfindung Rose die Vorstellungen meines Auges, meines Gehirns, meines Körpers, meiner Persönlichkeit im allgemeinen (meines „sekundären Ich“) und kausale Beziehungsvorstellungen zwischen der ersteren und den letzteren. Wenn ich „Hören“ und „Sehen“ und „Vorstellen“ und „Urteilen“ und „Fühlen“ unterscheide, so meine ich damit doch nichts anderes als die undefinierbaren Verschiedenheiten, welche zwischen den Gesichtsvorstellungen im allgemeinen, Gehörsvorstellungen im allgemeinen, Erinnerungsbildern im allgemeinen etc. bestehen. Von den zugehörigen psychischen Prozessen als solchen habe ich keine Vorstellung, kann also über sie auch keine Urteile bilden. Die geläufigen Sätze der Sprache: ich sehe, fühle, freue mich etc. drücken denn in der Tat auch nichts anderes als einen speziellen oder allgemeinen Tatbestand von Empfindungen und Vorstellungen aus und ihre Beziehung zum Körper und zum sekundären Ich. Eine Vorstellung des psychischen Prozesses wollen wir damit gar nicht geben. Höchstens können wir dabei noch einen unbestimmten und unbestimmbaren Vergleich mit körperlichen Prozessen im Auge haben. Schuppe hat in so ausgezeichneter Weise dargelegt (S. 152), daſs der Satz „die Rose ist rot“ psychologisch ganz anders zu analysieren ist, als es die gewöhnliche Logik, irregeleitet vom sprachlichen Ausdruck getan hat; sollten nicht auch Urteile wie „die Rose wird von mir gesehen“ bei der psychologischen Analyse eine ganz andere und zwar die oben von mir gegebene Zusammensetzung zeigen? Ein solches Ergebnis würde mit der Verwerfung des Schuppeschen Ichs natürlich in bestem Einklang stehen.

Im Grundriſs der Erkenntnistheorie und Logik findet sich S. 164 ff. eine eingehende Behandlung der Reflexionsprädikate. Wenn ich Schuppe recht verstehe, ist hier der Begriff des Reflexionsprädikats wesentlich modifiziert. Hier äuſsert Sch. z. B. „Die Urteile: die Rose ist rot, sie blüht, ist eine Blume, ziert den Garten desgleichen stellen direkt die Begriffsinhalte des Subjekts und des Prädikates als das eine Ganze vor Augen; fragen wir nach dem Verhältnis zwischen Subjekt und Prädikat und er-

kennen, dafs dieses Ganze nicht blofs in einem augenblicklichen räumlichen Nebeneinander besteht, sondern in dem Zusammengehören, einem Verursachen und vielfältigen Bedingen, sich gegenseitig notwendig resp. möglich sein, so ist, wenn diese Auskunft der logischen Reflexion in den obigen Worten ausgedrückt zum Prädikat gemacht wird, dieses ein Reflexionsprädikat". Ich halte diese neue Definition nicht für unmittelbar identisch mit derjenigen der „Erkenntnistheoretischen Logik". Die „Tätigkeit der Seele", von welcher in letzterer die Rede war, scheint hier zurückzutreten und die mehr als räumliche Beziehung in den Vordergrund zu treten. Ich will nicht bestreiten, dafs eine Verbindung der beiden Definitionen eventuell herzustellen ist, und hoffe, dafs SCHUPPE sich noch entschliefsen wird, seine Lehre von den Reflexionsprädikaten nochmals in einer übereinstimmenden, definitiven Form abzuhandeln. Vorläufig sind wir auf seine jetzigen Darstellungen angewiesen. Bei diesen ist mir unverständlich, inwiefern z. B. „Die Rose wird gesehen" ein Reflexionsprädikat involvieren soll, während das Urteil: „die Rose ist rot" ein solches nicht enthalten soll. „Die Rose ist rot" kann schliefslich doch auch nur bedeuten „die Rose wird rot gesehen", das Urteil „die Rose ist rot" unterscheidet sich inhaltlich sonach nur dadurch von dem Urteil „die Rose wird gesehen", dafs erstens das Prädikat qualitativ spezieller ist („rot bezw. rot gesehen" statt „gesehen"), zweitens aber dies selbe Prädikat zeitlich allgemeiner ist, d. h. weniger deutlich auf ein gegenwärtiges Gesehenwerden hinweist. Natürlich sind dies auch Differenzen, aber diese Differenzen scheinen mir erkenntnistheoretisch von untergeordneter Bedeutung und namentlich nicht von der ihnen durch SCHUPPE zugeschriebenen Bedeutung zu sein.

Man könnte im Hinblick auf die soeben hervorgehobene Verschiedenheit der Darstellung geradezu zweifeln, ob SCHUPPE vom Standpunkt des Grundrisses (1894) noch das Urteil: die Rose wird gesehen, uneingeschränkt als Reflexionsprädikation gelten lassen würde. In der Erkenntnistheoretischen Logik schien das Wesentliche der Reflexionsprädikationen die Aussage einer Tätigkeit der Seele zu sein, und als solche Seelentätigkeit schien z. B. auch die einfach-räumliche Wahrnehmung zu genügen. Im Grundrifs scheint SCHUPPE die Aussage einer durch unsere Seelentätigkeit und zwar speziell durch logische Re-

flexion herausfindbaren mehr als räumlichen Beziehung für die Reflexionsprädikationen zu verlangen.

Gerade, weil ich auch anderweitig gehört habe, daſs die SCHUPPEsche Lehre von den Reflexionsprädikaten, so wie sie vorliegt, unklar und widerspruchsvoll ist oder wenigstens scheint, wollte ich diesen Zweifeln im vorstehenden kurz Ausdruck geben. Ein näheres Eingehen wird sich erst dann empfehlen, wenn über die eigentliche Meinung SCHUPPES kein Zweifel mehr besteht.

G. Die kategoriale Beziehungsvorstellung der Verschiedenheit. Die erste Verarbeitung des erkenntnistheoretischen Fundamentalbestands.

Oben wurde bereits in ablehnendem Sinne die erkenntnistheoretische Bewertung der Allgemeinbegriffe bei SCHUPPE besprochen. Aber auch wenn man von dieser absieht, bleibt eine nicht unwesentliche Differenz zwischen der SCHUPPEschen und meiner Darstellung der ersten Verarbeitung des erkenntnistheoretischen Fundamentalbestands, eine Differenz, welche wohl zum guten Teil mit der logischen Tendenz und Grundlage der SCHUPPEschen Erkenntnistheorie zusammenhängt.[1]

Schon im „Menschlichen Denken" spricht SCHUPPE davon, daſs durch eine besondere Tat („erste Bewegung") die „noch nicht zum Gedanken erhobene Nervenaffektion oder Empfindung erst in das Bewuſstsein gehoben werde und zum „Gedanken"[2] werde. Mit ULRICI erblickt er in diesem Vorgang ein „Werk des Identitätsprinzips", aber — abweichend von ULRICI — nimmt er an, daſs das Identitätsprinzip, welches später in allen unseren Urteilen wirksam ist, hier schon unbewuſst, gewissermaſsen „vorhistorisch" als wirksam vorausgesetzt werden muſs. „Eigentlich", sagt er selbst[3], „dürfen wir uns jenen Vorgang nicht wie ein gewöhnliches Urteil vorstellen, in welchem ein Prädikat mit einem Subjekte verbunden wird, sondern als eine Vereinigung des geistigen Elementes mit dem sinnlichen, hervorgebracht durch jene geheimnisvolle Kraft, welche eben jenes

[1] Auch der Einfluſs ULRICIS dürfte beteiligt sein. Vgl. Das menschl. Denken S. 46.

[2] Dabei ist zu beachten, daſs SCHUPPE stets geneigt ist, das Wort „Denken" im Sinne von „im Bewuſstsein haben" zu gebrauchen. Das Bewuſstsein ist ihm stets lebendige Thätigkeit, während ich es nur als eine allgemeine Eigenschaft der psychischen Prozesse kenne (vgl. z. B. auch Natürl. Weltansicht S. 9 ff.).

[3] Das menschliche Denken S. 49.

geistige Element, das Denken selbst ist, ohne welches weitere Verwendung und Verbindung unmöglich ist, das nicht nur den ersten Sinnenreiz zum Gedachten und zum Wort macht, sondern auch alle weitere Verbindung von Gedanken und Worten zu Urteilen und Schlüssen bewirkt . . . ." Als Fixieren, Bestimmt- und Festmachen des aufgenommenen Eindrucks, Aufnehmen des Eindrucks in seiner positiven Bestimmtheit, Aneignen, Aufnehmen der Hirnaffektionen[1] ins Bewufstsein, kann man nach SCHUPPE diesen ersten Prozefs auch bezeichnen. Das eigentliche Unterscheiden und Wiedererkennen (Identifizieren) ist nach SCHUPPE nur sekundär, ist, wie er sich ausdrückt, „nur die sichtbare notwendige Folge jener Tat".

Wenn ich recht sehe, ist SCHUPPE dieser Lehre auch in der Erkenntnistheoretischen Logik im wesentlichen treu geblieben. S. 145 heifst es: „Wir können uns der Erkenntnis nicht verschliefsen, dafs in diesem einfachsten Bewufstseinsinhalt, der sich uns als unzerlegbares Ganzes präsentiert, auch ein Anteil ist, der dem Denken als solchem zukommt, zwar nicht dem Denken im engeren und eigentlichen, doch aber dem im weiteren Sinne, und dafs er ein geistiges Eigentum ist, etwas im weiteren Sinne doch jedenfalls allem geistigen Geschehen Gleichartiges, insoweit schon, um überhaupt in ihm erscheinen und als Bestandteil verwendet werden zu können. Dafs die vorauszusetzende Denkarbeit passend mit dem Namen des Identitätsprinzipes bezeichnet werden kann, glaube ich im „Menschlichen Denken" erwiesen zu haben, weil wir uns diesen Vorgang nicht anders denken können als das Aufnehmen des Eindruckes in seiner positiven Bestimmtheit, zugleich natürlich mit dem Ausschlufs von allem anderen, worin allein seine Denkbarkeit und seine Verwendbarkeit im Denken besteht."

Im Grundrifs (S. 39) weicht die Darstellung insofern etwas ab, als SCHUPPE bestimmter erklärt, dafs man das Fixieren und Aufnehmen nicht als eine subjektive Tätigkeit denken dürfe, sondern nur als das Bewufstsein von dieser positiven Bestimmtheit, durch welche eben erst Unterscheidbarkeit von anderem möglich ist. Ausdrücklich fügt er bei: „Die psychologische Voraussetzung des nötigen Erinnerungsbildes sowie die psychologische Seite des Wiedererkennens gehen uns hier nichts an.

[1] Demgegenüber bitte ich zu bedenken, dafs uns diese „Hirnaffektionen" doch auch n u r als bewufste Empfindungen gegeben sind.

Das Wiedererkennen oder Insbewufstseintreten der Identität findet freilich mit der ins Bewufstsein tretenden positiven Bestimmtheit zugleich statt, aber der Begriff desselben und der dieses Bestimmten sind doch zu unterscheiden."

Es versteht sich von selbst, dafs an dieser Frage der ersten Verarbeitung der gegebenen Empfindungen sowohl die Psychologie als auch die Erkenntnistheorie ein ganz wesentliches Interesse hat. Ich will deshalb im folgenden auf die SCHUPPEsche Antwort noch etwas ausführlicher eingehen.

Zunächst mufs ich im geraden Gegensatz zu SCHUPPE behaupten, dafs in erster Linie eine psychologische und psychophysiologische quaestio facti vorliegt. Wir haben einfach empirisch festzustellen: Was geschieht tatsächlich? Meine Antwort lautet so: Alle unsere Empfindungen sind als solche bewufst. Unbewufste Empfindungen sind erst durch ungenügend begründete Hypothesen eingeschmuggelt worden. Die Empfindung weckt durch Assoziation ein Erinnerungsbild einer gleichen oder mehr oder weniger ähnlichen Empfindung. Diesen Ähnlichkeitsassoziationen, welche man sich natürlich nicht als disparaten, d. h. springenden Prozefs, sondern ebenso wie den zu Grunde liegenden materiellen Vorgang als kontinuierlich im Sinne einer „Verschmelzung" oder partiellen Koinzidenz vorzustellen hat, entspricht das Wiedererkennen im Sinne der sog. Bekanntheitsqualität. Nur zuweilen schliefst sich daran weiter ein Wiedererkennungsurteil, d. h. das Urteil: dieser Gegenstand ist derselbe, den ich früher schon gesehen etc. habe.

Woher weifs SCHUPPE, dafs „eine noch nicht zum Gedanken erhobene Nervenaffektion oder Empfindung" existiert? Und vor allem, was fügt SCHUPPES „Auffassen des Eindrucks in seiner positiven Bestimmtheit", welches SCHUPPE vom Wiedererkennen trennen will, zu der Empfindung hinzu? Die Empfindung ist doch als solche qualitativ bestimmt und positiv und bewufst. Was soll noch dies Auffassen? Ich kann mir nicht anders denken, als dafs SCHUPPE hier durch den Einflufs[1] des KANTschen Apprehensionsbegriffes und dieser oder jener Variante des Apperzeptionsbegriffs von der durch seine eigenen erkenntnistheoretischen Sätze gewiesenen Bahn abgedrängt worden ist. Der Begriff „dasselbe" und „der Begriff dieses Bestimmten" sind gewifs zu unterscheiden, aber nicht, wie SCHUPPE will, durch das

[1] Vgl. auch S. 36, Anm. 1.

Auffassen des Eindrucks in seiner positiven Bestimmtheit, sondern dadurch, dafs der Begriff „dasselbe“ ein Wiedererkennungsurteil (Wiedererkennen in Urteilsform) involviert, während der „Begriff dieses Bestimmten“ nichts anderes ist als das von jeder Empfindung zurückbleibende Erinnerungsbild. Ich betrachte das „Auffassen“ als einen durch nichts belegten, hypothetischen Akt, der, wie so viele andere hypothetische Seelentätigkeiten, nichts erklärt und nichts zu erklären hat.

Damit ist auch das Identitätsprinzip der etwas mystischen Rolle entkleidet, welche es nach SCHUPPE bei allen Bewufstseinsvorgängen spielen soll. Bei der bewufsten Empfindung als solcher hat es überhaupt nichts zu tun und ist vielmehr nichts anderes als eine der wichtigsten Beziehungsvorstellungen, welche nicht nur bei dem Wiedererkennen, sondern auch bei dem Aufbau unserer zusammengesetzten Vorstellungen und unserer Urteile als Hauptfaktor wirksam ist und die Verarbeitung des erkentnnistheoretischen Fundamentalbestandes zusammen mit der Kausalitätsvorstellung und der von mir hinzugefügten Rückwirkungsvorstellung vollständig beherrscht. Insofern habe ich sie als Kategorialvorstellung bezeichnet. Man darf jedoch nicht vergessen, dafs der Name Identitätsprinzip sehr unglücklich gewählt ist. Es handelt sich erstens nicht um ein Prinzip, sondern um eine Beziehungsvorstellung, und zweitens ist die Identität ein relativ seltener Spezialfall. Verschiedenheit und Ähnlichkeit, Veränderung und Ähnlichbleiben sind die Hauptfälle, welche das Prinzip umfafst (vgl. meine Erkenntnisth. S. 7 ff.).

Dabei verkenne ich durchaus nicht, dafs das Wiedererkennen selbst erkenntnistheoretisch noch grofse Schwierigkeiten darbietet. Die Beziehung des Erinnerungsbildes auf die Grundempfindung und die Identifikation beider im Wiedererkennen bleibt ein Problem, zu dessen Lösung ich nur auf die tatsächliche Übereinstimmung der an die Grundempfindung und der an das Erinnerungsbild assoziierten Vorstellungen hinweisen kann; aber das Problem wird durch die SCHUPPEsche Hypothese der Lösung keinen Schritt näher geführt.

Schliefslich kann ich nicht umhin zu betonen, dafs SCHUPPE zu seiner hypothetischen Zerlegung der Empfindung in ein Objekt und in ein Ergreifen des Objekts, jedenfalls auch durch seine früher bereits besprochene und von mir bekämpfte Ich-Hypothese gedrängt worden ist. Nachdem er ein Ich als Ur-

tatsache aufgestellt hatte, mufs natürlich dieses Ich die Empfindung erst „ergreifen“ (S. 145). Es scheint mir auch gar nichts zu helfen, dafs SCHUPPE ausdrücklich selbst erklärt, dafs „die Vorstellung von einer Tätigkeit des Subjekts, welche das Objekt ergriffe, nicht im eigentlichen Sinne zulässig sei, da wir das Objekt als noch unergriffenes, welches erst ergriffen würde, uns nicht vorstellen können, und dafs dieses Zusammen der beiden Bestandteile eben Urtatsache sei und uns als Urvoraussetzung gelten müsse“. In welchem Sinn ist dann diese Vorstellung des Ergreifens noch zulässig oder gar als Hypothese behufs kürzerer, korrekterer und allgemeinerer Beschreibung der Tatsachen gerechtfertigt? Auch an diesem Punkte scheint mir sich wieder zu zeigen, dafs die SCHUPPEsche Spaltung des erkenntnistheoretischen Fundamentalbestands in Objekt und Ich und ein Ergreifen nicht nur unbewiesen und unaufklärend, sondern auch undurchführbar ist. Sie fügt zu den schweren Problemen der Erkenntnistheorie ein neues Rätsel hinzu und entpuppt sich selbst als „nicht im eigentlichen Sinn zulässig“. Demgegenüber scheint mir meine Zerlegung des erkenntnistheoretischen Fundamentaltatbestands in die „Reduktionsbestandteile“ und die ν-Komponenten bis in alle Konsequenzen durchführbar und durchaus geeignet zur allgemeinsten und kürzesten und korrektesten Beschreibung der Tatsachen. An Stelle des „Ergreifens“ treten die wohlbekannten physikalischen und psychophysiologischen Vorstellungen der Kausalwirkungen und der Parallelwirkungen (d. h. der sog. spezifischen Energien).

Selbstverständlich habe ich mit diesen Auseinandersetzungen die SCHUPPEschen Lehren nicht erschöpft. Eine erschöpfende Darstellung war auch in keiner Weise mein Zweck, ich beabsichtigte vielmehr nur einen Vergleich einiger Hauptpunkte der SCHUPPEschen Erkenntnistheorie und der meinigen zu versuchen und die meinige gegenüber der SCHUPPEschen zu verteidigen und in einzelnen Punkten weiter zu entwickeln. Die SCHUPPEsche Erkenntnistheorie hat nach meiner Überzeugung noch nicht die verdiente Beachtung gefunden. Ich halte sie für eine der bedeutendsten des vergangenen Jahrhunderts. Auch die Begründung dieser Ansicht ist ein Zweck der vorausgegangenen Erörterungen gewesen.

(Eingegangen am 3. Juli 1903.)

Literaturbericht.

W. Schuppe. **Der Zusammenhang von Leib und Seele, das Grundproblem der Psychologie.** Heft 13 der *Grenzfragen des Nerven- und Seelenlebens.* Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1902. 67 S.

In dem ersten Kapitel behandelt der Verf. den gegenwärtigen Stand der Frage und die Kausalität: Geht man, was dem naiven Standpunkt am nächsten liegt, von dem kartesianischen Dualismus aus, dafs Leib und Seele zwei gesonderte Substanzen sind, res extensa und res cogitans, so spitzt sich die Frage nach dem Verhältnis zwischen beiden dahin zu, ob Wechselwirkung oder Parallelismus besteht. Eine Entscheidung hierüber ist nur möglich durch Erörterung des Kausalitätsbegriffes, wobei sich Verf. mit Rehmke und Petzoldt auseinandersetzt. Mit dem letzteren stimmt er in der Verwerfung der gewöhnlichen Auffassung des Begriffes der Kausalität und der Notwendigkeit überein, er widerspricht aber Petzoldt darin, dafs dieser sich mit der beobachteten Regelmäfsigkeit der Sukzession bestimmter Vorgänge begnügt. Demgegenüber sieht Verf. die Kausalität als Spezialfall der Notwendigkeit, als notwendige Sukzession, an, die Notwendigkeit aber identifiziert er mit dem Sein. Rehmke ist Anhänger der Theorie der Wechselwirkung. Petzoldt schliefst aus der Tatsache der beobachteten regelmäfsigen Sukzession und der Behauptung, dafs mangels eindeutiger Bestimmtheit Psychisches nicht aus Psychischem und natürlich auch nicht aus Physischem erklärt werden könne, auf einen Parallelismus. Beide Lösungsversuche beruhen nach dem Verf. auf dem Grundfehler des Cartesianismus, Leib und Seele als zwei getrennte Substanzen zu betrachten. Dieser falsche Dualismus wird nur überwunden durch eine richtige Bestimmung des Begriffes Bewufstsein (Seele, Ich). Das Mifsverständliche, was in diesem Begriffe immer gedacht wird, liegt darin, dafs man ein reines ursprüngliches Ich, als besonderes Ding, als immaterielles Substrat für sich annimmt, dem man die durch die Aufsendinge bewirkten Bewufstseinsinhalte als Eigenschaften oder als Produkte anheftet. In Wirklichkeit aber findet sich das Bewufstsein ein Stück Raum erfüllend und gestaltet diese Raumerfüllung in bestimmter Weise: unmittelbar wird es sich der Teile derselben, ihres Zusammenhanges und ihrer Lage bewufst. Mit dieser Definition ist der Lösungsversuch angebahnt, dem das zweite Kapitel gewidmet ist. Wie es möglich ist, dafs das Ich ein Stück Raum erfüllend sich findet, kann nicht gefragt werden, man könne ebensogut fragen, wie ist eine Welt,

wie ist Sein möglich. Mit der obigen Definition ist nun aber auch der alte Gegensatz zwischen Materie und Seele überwunden und zugleich der Materialismus im Prinzip beseitigt. Das Bewufstsein, das, was als Empfindungsinhalt den Raum erfüllt, teilt sich in zwei Gebiete, den eigenen Leib und die Aufsenwelt. Der erstere, die eigene kompakte Ausgedehntheit oder die eigene Raumerfüllung wird als primärer Bewufstseinsinhalt bezeichnet, weil er von allen speziellen Empfindungsinhalten schon vorausgesetzt wird. Er ist aber niemals allein und ausschliefslich Bewufstseinsinhalt, sondern die ganze umgebende sicht- und tastbare Welt gehört dazu. Diese ist deswegen nicht blofse subjektive Sinnesempfindung, sondern sie gewinnt „den Charakter des Objektiven, indem ihr Ort nicht die immateriell genannte Seele ist, sondern der Raum, welcher der eine und selbe Bewufstseinsinhalt der vielen Ich ist". Ätherschwingungen, molekularer Nervenvorgang des N. opticus und Lichtempfindung sind wissenschaftliche Abstraktionen. In Wirklichkeit ist nur eins vorhanden: Modifikation meines ausgedehnten Ichs. Das gleiche gilt von der beobachteten Abhängigkeit des Vorstellungslebens von dem Gehirn bezw. bestimmten Teilen desselben. „Bin ich mein Leib mit allen seinen Organen, bin ich das sehende Auge, so bin ich auch das Gehirn mit denjenigen Vorgängen, von welchen der Eintritt einer Vorstellung abhängen soll." So ist das Geheimnis des Zusammenhanges von Leib und Seele zurückgeführt auf die Urtatsache, dafs das Ich sich als räumlich Ausgedehntes bezw. als einen Leib finden und wissen könne, ohne welche Tatsache kein Ich existiert.

Dies der wesentliche Inhalt der durch die verschlungene Darstellung und durch die polemischen Exkurse nicht leicht verständlichen Schrift. Was auch dieser neue Lösungsversuch vermissen läfst, ist zuvörderst die Bestimmung, worin wissenschaftliches Begreifen besteht, und in welcher Richtung demnach überhaupt eine Lösung des vorliegenden Problems zu suchen ist. Dazu war nötig die Bereinigung des Substanzbegriffes und des Raumbegriffes, von deren richtiger Aufstellung doch in letzter Linie die gesuchte Antwort abhängt. Ebensowenig kann die Erörterung des Kausalbegriffs befriedigen mit der mystischen Gleichsetzung Notwendigkeit = Sein. Doch erledigen sich vielleicht diese Ausstellungen durch das Studium der anderen, dem Ref. unbekannten Werke des Verf., auf die auch mehrfach verwiesen wird. Paul Schultz (Berlin).

E. Dürr. **Über das Ansteigen der Netzhauterregungen.** *Philos. Stud.* 18 (2), 215—273. 1902.

Der Verf. stellte sich mit der vorliegenden Arbeit die Aufgabe, die Versuche, welche ihrerzeit Exner und Kunkel über den gleichen Gegenstand ausführten, nachzuprüfen und zu ergänzen, wobei er sich besonders von dem Gedanken leiten liefs, den Grund für die Widersprüche, welche sich in den Ergebnissen der genannten Forscher finden, zu suchen und diese auszugleichen. Die sorgfältige Bearbeitung dieser schwierigen Frage verpflichtet umsomehr zu Dank, als das Problem seit jener Zeit nicht wieder bearbeitet wurde und somit eben infolge der erwähnten Differenz zwischen den Angaben Exners und Kunkels ein ungelöstes blieb. — Aufser

in der Verschiedenheit der angewandten Methode (EXNER arbeitete nur mit weifsem, KUNKEL nur mit farbigem Licht) sieht der Verf. den Grund für die hervorgehobene Differenz in dem Umstande, dafs diese beiden Forscher mögliche Fehlerquellen, wie die Wirkung des Simultankontrastes, Irradiationserscheinungen u. a. nicht hinreichend berücksichtigt haben. Indem er durch Einzelstudien alle jene störenden Faktoren auszuschalten suchte, gelangte er schliefslich zu Ergebnissen, die weder mit denen EXNERS, noch mit denen KUNKELS übereinstimmen.

Der Verf. arbeitete mit farblosen wie mit farbigen Lichtreizen bei Hell- und Dunkeladaptation. Aus den Versuchsanordnungen sei im allgemeinen hervorgehoben, dafs als Lichtquellen elektrische Glühlampen dienten, denen bei den Versuchen mit farbigem Licht Gelatineplättchen nach der KIRSCHMANNschen Methode (unter Benutzung des LIPPICHschen Strahlenfilters bei Gelb) vorgeschoben wurden, wie dafs für die Helligkeitsabstufungen zwischen Normal- und Vergleichsreiz AUBERTS Episkotister, wie verschiedene Schichten von transparentem Papier in Anwendung kamen.

Als Hauptergebnis gibt der Verf. an, „dafs jeder qualitativ bestimmte Lichtreiz ohne Rücksicht auf seine Intensität und die Adaptationsverhältnisse des Beobachters eine höchstens innerhalb enger Grenzen variierende Expositionszeit besitzt, bei welcher er das Maximum der Empfindung erregt,“ — dafs „die einzelnen Farbenempfindungen ihr Intensitätsmaximum bei ungefähr der gleichen Expositionszeit des Reizes erreichten,“ — dafs dieses Maximum im letzteren Falle nach 520—560 σ Expositionszeit (166 σ nach KUNKEL), bei der Weifsempfindung jedoch früher (nach der beigegebenen Tabelle nach 269 σ im Mittel) eintritt.

Die einzelnen Ergebnisse finden sich in besonderen Tabellen sorgfältig zusammengestellt. KIESOW (Turin).

ST. BERNHEIMER. **Die Wurzelgebiete der Augennerven, ihre Verbindungen und ihr Anschlufs an die Gehirnrinde.** *Graefe-Saemisch, Handb. d. gesamten Augenheilkunde*, II. Aufl., I. Teil, I. Bd., VI. Kapitel. Leipzig 1900.

Dies Buch, vorwiegend für den Augenarzt geschrieben, bietet auch dem Physiologen viel Interessantes. B. will darin eine zusammenfassende Darstellung alles dessen geben, was bisher über dieses Gebiet positiv bekannt ist. Vielfach sind ihm dabei seine eigenen zahlreichen Arbeiten auf umstrittenem Terrain ausschlaggebend.

Die Hauptmasse der Optikusfasern entspringt in der Ganglienschicht der Retina und leitet direkt und isoliert zu den primären Optikuszentren (Corp. genic. lat., Thalamus u. vord. Vierhügel), um dort mit den Dendriten der Ganglienzellen dieser Zentren in Kontakt zu treten. Diese Zellen senden ihrerseits ihre Achsenzylinder zu den Okzipitalrindenpyramidenzellen, die als Sitz der bewufsten Sehempfindung gelten.

Zentrifugal verlaufende Optikusfasern sind bei Vögeln sichergestellt (RAMON, DOGIEL), beim Menschen wahrscheinlich (v. MONAKOW, BERNHEIMER). Bei Vögeln entspringen sie in Zellen des Lobus opticus und enden frei in der Netzhaut. Ihre physiologische Bedeutung ist unbekannt. Bei allen

Sehnervenfasern, auch den zentripetalen entwickelt sich die Markscheide vom Zentrum zur Peripherie, beim Menschen in den letzten Embryonalwochen (Bernheimer, durch Westphal und v. Hippel bestätigt).

Nach Ramón betragen die ungekreuzten Fasern im Optikus ein Drittel bis mehr als ein Drittel der gekreuzten. Nach Bernheimer ist Zahl und Masse annähernd gleich, vielleicht sogar genau gleich. Ganz nahe am Bulbus liegen die ungekreuzten Fasern in zwei kräftigen Bündeln ventral und dorsal lateral, um auf dem Wege durch die Orbita nach rückwärts an der lateralen Seite zusammen zu fliefsen. Im Foramen opticum nehmen sie noch ungefähr die laterale Hälfte ein, schieben sich auf dem höchstens 1 cm langen Wege zum Chiasma aber auf die obere (dorsale) Fläche, auf der sie auch im Anfangsteil des Traktus bleiben.

Während sie im Nerven als kompaktes Bündel, von den gekreuzten durch Bindegewebssepten ziemlich scharf getrennt verlaufen, beginnt im Chiasma schon partielle Untermischung, die zentripetal zunimmt, bis sie nahe den Zentralganglien einen so hohen Grad erreicht hat, dafs im ganzen Querschnitt gekreuzte und ungekreuzte Fasern nahezu alternierend liegen. Die im Sehnerven und zum Teil noch im Chiasma bündelweise Ordnung der Fasern verwischt sich im Traktus völlig, die Fasern laufen alle fast genau parallel, ohne durch Bindegewebssepten abgeteilt zu werden. Neben dünneren Fasern kommen dickere vor. Die im Nervus opt. sicher vorkommende Anastomosenbildung fehlt absolut.

Nahe der basalen Chiasmafläche verlaufen also nur gekreuzte, nahe der dorsalen ausschliefslich ungekreuzte Sehfasern. Der Übertritt der sich kreuzenden geschieht in stark ausgezogener S-Form. Die Makulagegend ist doppelt versorgt, gekreuzt und ungekreuzt. Im Sehnerven liegen die Makulafasern ziemlich axial, und zwar die gekreuzten medial, die ungekreuzten lateral; im distalsten Drittel des orbitalen Abschnitts treten sie an die temporale Seite, wobei die gekreuzten sich als kompaktes Bündel zwischen die ungekreuzten drängen, die dann zur Hälfte an der oberen, zur Hälfte an der unteren Wand dieses Makulafasernkeiles liegen.

Im Chiasma liegen sie in der Mitte, die ungekreuzten dorsal, die gekreuzten ventral, und es beginnt bereits Untermischung, die im Traktus so vollständig wird, dafs weder gekreuzte und ungekreuzte, noch makulare und periphere gesondert sind.

Die weitaus gröfste Zahl der Traktusfasern endet fächerförmig im Corp. gen. lat., mindestens 70 % aller Sehfasern, gekreuzte und ungekreuzte in annähernd gleicher Zahl, vielleicht sogar paarweise, und zwar befinden sich unter diesen 70 % alle Makulafasern. Es ist nicht ausdrücklich gesagt, wie das Mengenverhältnis der eintretenden Fasern zu dem der Zellen hier ist, und ob jede Faser mit einer oder mit mehreren Zellen in Kontakt tritt.

Vom Rest der Traktusfasern strahlt ein feines schmales Bündel in den vorderen Vierhügel, um in der Umgebung des Aquädukts zu enden, und wahrscheinlich mit Zellen des Okulomotoriuskernes in Kontakt zu treten. Nach v. Monakow liegen in diesem Bündel auch zentrifugale Fasern, die aus Zellen im vorderen Vierhügel stammen sollen.

In den Thalamus strahlen zwei kleine Bündel aus dem Traktusrest ein, und zwar ein gröfseres, das ausschliefslich zentripetale Fasern enthält, die im Stratum zonale an der Oberfläche enden und dort mit grofsen Ganglienzellen — und zwar jede mit mehreren Zellen — in Verbindung treten, und ein kleineres, welches durch und um das Corp. gen. med. in die Tiefe des Pulvinar zieht, dort mit kleinen Ganglienzellen in Verbindung tritt, und jedenfalls z. T. zentrifugal leitet.

Der innere Kniehöcker selbst ist weder Ursprungs- noch Endstätte von Sehfasern.

Eine Anzahl Fasern aus dem Traktus läuft durch und über den Hirnschenkelfufs in den Luysschen Kern (Nucleus hypothalamicus). Ob sie dort enden oder entspringen, ist nicht klar. Nach B. gehören sie zum Sehnerven, während v. Koelliker sie als Wurzeln der Guddenschen Kommissur auffafst, deren Ende dann im hinteren Vierhügel der Gegenseite läge und die also eine Kommissur zwischen Corpus Luysii und den Kernen des III — VII. Nerven der Gegenseite vorstellte.

Nach B. (und v. Kölliker) verläuft die Guddensche Kommissur als starkes Bündel vom inneren Kniehöcker und dem angrenzenden Teil des hinteren Vierhügels in der medialen Wand des Traktus durch das Chiasma zur anderen Seite, sie wird von B. als Verbindungsbahn der inneren Kniehöcker und damit als Gehörkommissur gedeutet, und soll mit Sehnerv und Sehen nichts zu tun haben.

Die Meynertsche Kommissur liegt ganz nahe dem hinteren Chiasmawinkel, ist aber durch einen schmalen Streifen grauer Substanz vom Chiasma und damit von der Guddenschen getrennt, gehört also selbst anatomisch eigentlich nicht zum Chiasma. Ihr Verlauf und ihre physiologische Bedeutung ist unbekannt. v. Koelliker läfst sie ins Corpus Luysii einstrahlen.

Die Hannoversche Commissura ansata kommt aus der Lamina terminalis, liegt dem Chiasma an der Vorder- und Hinterfläche nur oberflächlich auf und hat nach B. mit den Sehbahnen nichts zu schaffen. Die vordere Bogenkommissur (Hannover, Stilling) existiert nicht, ist durch die totale Kreuzung der Optikushälften vorgetäuscht.

Das Meynertsche basale paarige Optikusganglion, jederseits vom Tuber cinereum hat weder mit Sehnerv noch Sehstiel zu tun, trägt also seinen Namen mit Unrecht.

Die Ursprungszellen der Okulomotoriusfasern liegen sämtlich im Bereich des vorderen Vierhügelpaars unter dem Aquaeductus Sylvii und zwar liegt die Hauptmasse (mittelgrofser multipolarer Ganglienzellen) in den „paarigen Seitenhauptkernen“, die in nach aufsen konkavem Bogen, im Frontalschnitt dreieckig mit nach unten konvergierenden zugeschärften Kanten, nach oben divergierend und abgerundet, dorsal und medial vom hinteren Längsbündel gelagert sind. Die vielfach beschriebene Gliederung dieser Kerne in den einzelnen Muskeln entsprechende Abteilungen beruht auf Irrtum. Die Seitenhauptkerne fassen im vorderen Abschnitt zwischen sich die ähnlich geformten, aber viel kleineren und aus kleineren, aber ähnlichen Ganglienzellen gebildeten „paarigen, kleinzelligen Medialkerne“, und in der Mittellinie unter diesen,

mit seinem ventralen Ende das Längsbündel fast berührend den kleinen spindelförmigen „unpaarigen kleinzelligen Mediankern“, dessen Zellen denen des Seitenhauptkerns gleichen. Der DARKSCHEWITSCHsche obere laterale Zellhaufen hat mit dem Okulomotorius nichts zu tun, sondern ist tiefer Kern der hinteren Kommissur.

Aus der vorderen Hälfte des Seitenhauptkerns entspringen fast nur ungekreuzte Okulomotoriusfasern, je weiter nach hinten, um so mehr gekreuzte. Beide Sorten treten durch die Bündel des Längsbündels hindurch an die Hirnbasis, und zwar bilden die ungekreuzten dort den medialsten Teil des Nervenstamms. Ihnen schliefsen sich an die gleichfalls sämtlich ungekreuzten Fasern aus den paarigen kleinzelligen Medialkernen und dem unpaarigen grofszelligen Mediankern. Die gekreuzten Fasern verlaufen auf ihrem ganzen faszikulären Wege deutlich abgetrennt lateral von diesen medialen ungekreuzten, mit denen sie sich erst an der Hirnbasis zum Nerven vereinen.

Die Nebenkerne versorgen die Binnenmuskulatur, und zwar der kleinzellige paarige nur gleichseitige, und zwar wahrscheinlich den Sphincter iridis, der grofszellige mediane beide Augen und zwar den Akkomodationsmuskel. Der anatomisch kompakte Seitenhauptkern versorgt die äufseren Augenmuskeln. Physiologisch läfst er sich in den Einzelmuskeln entsprechende Abschnitte gliedern, und zwar liegt am weitesten nach hinten, dem Nervus IV direkt sich anschliefsend der Rect. inf., dem nach vorn der Reihe nach Obliq. inf., R. int., R. sup. und Levator folgen. Die beiden letzten entsenden ausschliefslich ungekreuzte Fasern, der Internus mehr ungekreuzte als gekreuzte, umgekehrt der Obliq. inf. mehr gekreuzte, R. inf. und Trochlearis nur gekreuzte Fasern. Physiologische Synergie und anatomische innige Aneinanderlagerung gehen parallel einmal bei Konvergenz, Akkommodation und Pupillenspiel, dann bei Levator, Rect. sup. mit Obliq. inf. und schliefslich bei Rect. inf. und Trochlearis. Es gelang B., beim narkotisierten Affen durch elektrische Reizung gerade der Gegend des kleinzelligen Medialkerns Kontraktion der gleichseitigen Pupille zu erzielen.

Der Trochleariskern schliefst sich unmittelbar dem hintersten Ende des Seitenhauptkerns an, bildet quasi den kaudalsten Abschnitt des Okulomotoriushauptkerns, mit dessen Zellen die seinen im Typus durchaus übereinstimmen. Er liegt unter dem vordersten Abschnitt des hinteren Vierhügels in einer dorsal konkaven Ausbuchtung des hinteren Längsbündels.

Die aus diesem Kern entspringenden Wurzelfasern verlaufen ziemlich verstreut in lateral gerichtetem Bogen nach hinten um den sich schon erweiternden Aquädukt herum, kreuzen sich völlig in der Medianlinie im Velum medullare anterius, treten dicht hinter dem hinteren Vierhügelpaar etwas lateralwärts aus und umgreifen als feste Stränge den Hirnfufs auf ihrem Wege zur Hirnbasis.

Viel weiter spinalwärts, dicht vor der Mitte der Rautengrube liegt beiderseits nahe unter dem Ependym der kuglige Abduzenskern, fast allseitig von Wurzelstückchen des Fazialis umdeckt. Seine Fasern verlaufen ungekreuzt dorsoventral durch Corpus trapez. und Pons, um lateral von den Pyramiden auszutreten. In zarten Fäserchen zur kleinen Olive,

die mit dem Akustikus in Beziehung steht, vermutet KOELLIKER die anatomische Grundlage für reflektorische Augenbewegung auf Schalleindrücke.

Der ganze Fazialis, auch der Augenfazialis, entspringt im Fazialis kern, der, wie bekannt, hinten lateral unten vom Abducenskern gelegen, seine Fasern in nach aufwärts gerichtetem haarnadelartigem Bogen ungekreuzt um den Abduzenskern herum und an der Basis dicht hinter dem Abduzens hinaustreten läfst. Der Nerv erhält sicher weder Fasern aus dem Okulomotorius- noch Abducenskern. Die physiologisch-pathologische Sonderstellung des Stirn- und Augenfazialis liefse sich nach B. wohl aus der allerdings undeutlichen Gliederung des Kerns in zwei Abschnitte erklären, dessen einer dann ausschliefslich die Fasern zum Frontalis und Orbicularis oculi entsenden würde.

Die Fasern für Dilatator pup., MÜLLERschen Lidmuskel und die glatten Muskelfasern in der Fissura orbit. inf. entstammen dem obersten Halsganglion, das durch Rami communicantes aus der Höhe des VII. Hals- und I. Brustwirbels beeinflufst wird.

Der Kern des sensiblen Trigeminus streckt sich sehr lang von der Gegend des V-Austritts in der Brücke, wo vor Fazialis- und Abduzenskern sein angeschwollenes Kopfende liegt bis in die Gegend des I. Zervikalnerven, wo die Subst. gelatin. seine direkte Fortsetzung im R.-M. übernimmt. Seine Zellen sind klein. Auf dem Wege zu diesen Zellen geben die Wurzelfasern ganz wie die Spinalwurzelfasern Kollateralen ab und zwar teils zu den proximalen Abschnitten des Kerns, teils zu den motorischen Kernen von Nervus XII, VII und V.

Die Kerne der verschiedenen Augenmuskeln sind untereinander durch Fasern des hinteren Längsbündels verbunden. Dieses bildet die direkte zerebrale Fortsetzung des Vorderstranggrundbündels des R.-M., ist nach allgemeiner Anschauung eine zentripetale Bahn II. Ordnung, führt aber nach B. auch zentrifugale (absteigende) Fasern.

Es ermöglicht das Seitwärtsblicken durch Herstellung der Synergie zwischen Abduzens und gleichseitigem Internuskern, der mittels seines gekreuzten Faseranteils den Rect. int. der Gegenseite innerviert. Aufserdem besteht eine Querverbindung zwischen allen Augenmuskelkernen der einen Seite zu den gleichen der anderen. Anatomisch hat B. an Golgipräparaten für alle mit Ausnahme des Abduzenskerns den Nachweis erbracht, wie die Ganglienzellfortsätze mit langen Dendriten die Medianebene überschreiten und sich tief in den gegenüberliegenden korrespondierenden Kern einsenken.

Physiologisch hat er für alle A.-M.-Kerne diese zentralen Querverbindungen am Affen (Rhesusart) sicher gestellt durch den Nachweis des Erhaltenbleibens exakt synergischer spontaner und reflektorischer Blickbewegungen auch nach völliger Abtragung des Hinterhauptlappens und der Vierhügel, ihres sofortigen Ausfalls bei medianer Durchschneidung der Kernregion.

Am selben Tier hat er die zentrale Verbindung beider Sphinkterkerne und die partielle Kreuzung der Pupillarfasern des Optikus dadurch nachgewiesen, dafs sowohl nach median sagittaler Durchschneidung des Chiasma (temporale Hemianopsie) als nach Durchschneidung eines Traktus (homo-

nyme Hemianopsie) die Pupillarreaktion bei zentraler Beleuchtung auf beiden Augen sowohl direkt als konsensuell bestehen bleibt.

Die partiell gekreuzten Pupillarfasern erreichen in etwa beiderseits gleicher Zahl den vorderen Vierhügel, treten in Kontakt mit im zentralen Höhlengrau des Aquädukts gelegenen Schaltzellen, welche die erhaltenen Reize auf die kleinzelligen Medialkerne (Sphinkterkerne) übertragen.

Die Fasern der Sehstrahlung beginnen in den von den Auffaserungen der Optikusfasern umsponnenen Zellen der Zentralganglien (äufserer Kniehöcker, Pulvinar, vorderer Vierhügel) laufen um den hinteren Teil des Streifenhügels und die Lamina semicircularis herum und dann längs des Hinterhorns ins Mark des Okzipitallappens, nur den zentralen Teil der sogenannten Gratioletschen Sehstrahlung bildend, divergieren dort büschelförmig und verteilen sich auf die sechs Windungen des Hinterhauptlappens, und zwar vorwiegend an die mediale Seite in Cuneus, Fissura calcarina, Lobus lingualis und Gyrus descendens, dort in der vierten und dritten Schicht endend, wahrscheinlich sämtlich in der vierten Schicht, deren Zellen dann als Schaltzellen aufzufassen wären. Aufserdem verlaufen in der Sehstrahlung Zentrifugalfasern von den grofsen Pyramidenzellen der Rinde zum vorderen Vierhügel und enden im zentralen Höhlengrau, um dort vermutlich durch Schaltzellen auf die Augenmuskelzentren zu wirken. Vielleicht bilden die Zentrifugalfasern des Sehnerven ihre indirekte Fortsetzung. Die vier obengenannten medialen Windungen bilden das Rindenprojektionsfeld der im äufseren Kniehöcker endenden 70 % Sehfasern (inkl. Makulafasern), während der dem Thalamus und vorderen Vierhügel zugehörige Anteil in die lateralen Rindenabschnitte geht bis hart an den Gyrus angularis, wo der Fasciculus longitudinalis inferior, ein mächtiges Assoziationsystem aus dem Schläfenlappen, und zahlreiche kurze Assoziationsbahnen enden, und wo ein Rindenzentrum für die Augenmuskelkerne liegt. Dadurch erhält dieser Anteil der Sehfaserung hohe Bedeutung für zum Zweck oder infolge des Sehens ausgelöste Bewegungen, speziell synergische Augen-, Arm- und Sprachbewegungen. Nach B. und von Monakow ist die Annahme eines besonderen Makulaprojektionsfeldes in der Rinde unberechtigt. Die Makulafasern sind so vollständig über alle Punkte des Corp. gen. lat. verteilt und treten durch ihre weitverzweigten Endbäumchen mit so zahlreichen zur Rinde gerichteten Fasern in Kontakt, deren Ausbreitungsgebiet vielleicht noch wieder durch mehrfache Schaltzellen an Ausdehnung und Mannigfaltigkeit gewinnt, dafs selbst eine teilweise oder völlige Unterbrechung der gewöhnlich befahrenen Sehstrahlung die Leitung der Lichtimpulse vom Kniehöcker zur Rinde nur wenig oder gar nicht schwächen wird.

Anatomische Befunde für die Augenbewegungsrindenzentren und deren Verbindungen mit den Zentralganglien fehlen. B. glaubt nach seinen physiologischen Experimenten (elektrische Rindenreizung vor und nach Abtragung der Vierhügel und vor und nach medianer Durchschneidung der Gegend zwischen Aquädukt und Augenmuskelkernen) bestimmt erklären zu können, dafs das einzige motorische Rindenfeld für das Auge der Gyrus angularis, und zwar vorwiegend das mittlere Drittel seiner beiden Schenkel ist, und dafs das Feld für den Augenfazialis in nächster Nähe davon liegen

mufs, dafs die Fasern von diesen Feldern nicht durch die Vierhügel, sondern unter dem Aquädukt, zwischen ihm und den Augenmuskelkernen median gekreuzt zu diesen Kernen verlaufen, höchst wahrscheinlich nicht direkt, sondern erst durch Zellen im zentralen Höhlengrau des Aquädukts umgeschaltet werden, und dort infolge der partiellen Kreuzung des Okulomotorius und der totalen des Trochlearis und der Universalverbindung der Augenmuskelkerne durch das dorsale Längsbündel auf synergische Muskeln beider Augen gleichmäfsig wirken können. Reizung des rechten Gyrus angularis lenkt beide Augen nach links, Reizung des linken umgekehrt.

Vom sensiblen Trigeminuskern gehen die Fasern gekreuzt als innere Bogenfasern durch die Haube zum Grofshirn.

Auf Hypothesen läfst B. sich in diesem Buch möglichst wenig ein. Für die Makulagegend bestreitet er ausdrücklich ein zirkumskriptes Rindenprojektionsfeld; ob aber auch für die übrige Netzhaut die herkömmliche Anschauung, dafs bestimmten Retinapartien bestimmte zirkumskripte Rindenfelder entsprechen, auch zu verlassen ist, sagt er nirgends ausdrücklich. Ebensowenig spricht er ausdrücklich für oder gegen die Annahme der Einschaltung der Rinde untergeordneter zirkumskripter Zentren für die assoziierten Augenbewegungen, wenn man auch aus seinen Darlegungen über die Schaltzellen im zentralen Höhlengrau und die mannigfachen Quer- und Längsverbindungen der Augenmuskelkerne untereinander den Eindruck gewinnt, dafs er ein derartiges besonderes Blickzentrum für entbehrlich hält.

Halben.

R. Dodge. **The Act of Vision.** *Harpers Magazine* 937—941. 1902.

— **Five Types of Eye Movement in the Horizontal Meridian Plane of the Field of Regard.** *Am. Journ. of Physiol.* 8, 307—329. 1903.

Die hohe Bedeutung einer genauen Analyse der Augenbewegungen für die richtige Erkenntnis der physiologischen und psychologischen Vorgänge beim Lesen hat den Verf. zu einer Reihe von Untersuchungen veranlafst, die die Ergebnisse von Erdmann und Dodge über diesen Gegenstand bestätigen und erweitern. Dafs in der Tat „Visual Perception during Eye Movement“ beim Lesen unmöglich ist, hat Dodge in der so betitelten Abhandlung (*Psych. Rev.* 7, 454—465; siehe *diese Zeitschr.* 25, 254) von neuem erwiesen und auf Grund einer genauen Bestimmung der „Reaction-Time of the Eye“ (*Psych. Rev.* 6, 477—483, 1899; siehe *diese Zeitschr.* 23, 138) die Anwendung von 100σ als Expositionszeit für tachistoskopische Versuche gegenüber anderen Angaben als normal gerechtfertigt. Endlich zeigten auch die Resultate von Dodge und Cline für „The Angle Velocity of Eye Movements“ (*Psych. Rev.* 8, 145—157, 1901; siehe *diese Zeitschr.* 27, 119) eine überraschende Übereinstimmung mit den in den „Untersuchungen über das Lesen“ verwerteten Zahlen für die Dauer der Augenbewegungen. Dodge photographierte die horizontalen Bewegungen eines Lichtreflexes der Cornea auf eine genau gleichmäfsig fallende hoch empfindliche Platte eines entsprechend eingerichteten photographischen Apparates. Dadurch entstanden Kurven, die durch Vergleichung mit gleichzeitig aufgezeichneten Pendel- und Stimmgabelkurven die Dauer, und unter Berücksichtigung der Entfernung der beiden Fixationspunkte auch die Geschwindigkeit der

Augenbewegungen berechnen ließen. Mit der Geschwindigkeit wuchs die Neigung der Kurven zur Horizontalen, aber, den Versuchsbedingungen entsprechend, nicht in einfachem Verhältnis. Augenbewegungen, die dazu dienen, das Bild eines Gegenstandes, den ein exzentrischer Netzhautreiz anzeigt, auf das Sehzentrum zu bringen, zählt DODGE seinem I. Typus zu; sie sind die häufigsten und auf sie beziehen sich alle bisherigen Untersuchungen. Ihre Dauer unterliegt individuellen Schwankungen und ist vom Willen unabhängig, wächst aber, wenn auch nicht genau, proportional mit dem Winkel. Die erhaltenen Photogramme zeigten deutlich das schnelle Zu- und Abnehmen der Geschwindigkeit von einem verhältnismäßig lang anhaltenden Maximum; dieses wuchs mit dem Winkel, wie die größere Neigung der Kurven gegen die Horizontale bei größeren Bewegungen zeigte.

Während bei den Augenbewegungen nach dem I. Typus durch die große Geschwindigkeit ein Sehen ausgeschlossen ist und tatsächlich nur während der Ruhepausen stattfindet, dienen die Augenbewegungen nach dem II. Typus dazu, einem bewegten Gegenstand zu folgen und ihn während der Bewegung deutlich zu sehen. Sie strengen die Augenmuskeln viel anhaltender an und können, wenn wir sie z. B. bei Eisenbahnfahrten fortwährend anwenden, um der schnell dahin fliegenden Landschaft mit dem Auge zu folgen, zu starker Ermüdung führen. Als Folgebewegungen passen sie sich der Geschwindigkeit des bewegten Gegenstandes an, bleiben aber stets hinter diesem zurück, um ihn dann, wie die Kurven zeigten, von Zeit zu Zeit durch Bewegungen vom I. Typus zu überspringen. Im Gegensatz zu den Bewegungen vom III. Typus werden die Folgebewegungen stets durch das Verstreichen eines Reaktionsintervalles eingeleitet.

Die III. Klasse von Bewegungen gehört zu den Kompensations-Augenbewegungen LOTZES; wir führen sie aus, um einen Gegenstand bei Bewegung des Kopfes weiter zu fixieren. Die feste Koordination, die sie selbst bei geschlossenem Auge stets auftreten läßt, erklärt vielleicht die Funktion von Faserzügen, die das Kleinhirn direkt mit dem III., IV. und VI. Kranialnerven verbinden. Nur die schnellsten Kopfbewegungen vermag das Auge nicht zu kompensieren; Bewegungen des ganzen Körpers von entsprechender Geschwindigkeit überhaupt nicht.

Als eigenen IV. Typus trennt DODGE die „reactive compensatory movements" von den anderen Augenbewegungen. Sie treten bei geschlossenen Augen und Drehung des ganzen Körpers auf, verschwinden bei anhaltender Rotation, um erst am Ende der Bewegung wieder aufzutreten.

Außerordentlich lange dauern Augenbewegungen nach dem V. Typus, bei denen wir die Augen in verschiedenen Richtungen zur Einstellung eines Gegenstandes bewegen müssen. Hierbei macht sich die Gewöhnung, beide Augen in derselben Richtung zu bewegen, hemmend bemerkbar. So zeigt z. B. ein Auge, in dessen natürlicher Fixationsrichtung der Gegenstand liegt, trotzdem während der Einstellung des anderen Auges zuckende Bewegungen nach dem I. Typus. Daß während dieser Bewegungen gesehen wird, zeigen die Einstellbewegungen bei der Betrachtung stereoskopischer Bilder ohne Stereoskop.

BECHER (Remscheid).

R. Seyfert. **Über die Auffassung einfachster Raumformen.** *Philos. Studien* 18 (2), 189—214. 1902.

Die Arbeit ist eine Fortsetzung der unter gleichem Titel in Band XIV der gleichen Zeitschrift vom Verf. veröffentlichten Untersuchung. Während der Verf. in der ersten Abhandlung die subjektiven Faktoren der Formenauffassung und ihre Bedeutung für die Gesichtswahrnehmung untersucht, hat die vorliegende die objektiven und die Regelmäfsigkeit der vorkommenden Fehler zum Gegenstand. Als objektive Faktoren betrachtet der Verf. die Umrifslinien und die markanten Punkte räumlicher Gebilde, wie ferner ihre Gröfse, ihre Entfernung vom Beobachter, ihre Farbe und die Beleuchtung, in der sie gesehen werden. Die Versuchsobjekte waren auch hier typische Dreiecksformen mit verschieden grofsen Basiswinkeln. In diesem ersten Teile der Arbeit gelangte der Verf. zu folgenden Ergebnissen, die wir im Auszuge mit seinen eigenen Worten wiedergeben:

„1. Eine kräftige, deutliche Umrifslinie ist für die Auffassung wichtig. Bei schwachen Konturen wächst die Fehlerzahl.

2. Eine exakte Auffassung der Dreiecke ist schon durch die Markierung der Eckpunkte gesichert. Auf jeden Fall verbessert die Hervorhebung der Eckpunkte die sonst ungünstige Auffassung bei schwachen Konturen.

3. Gröfse und Entfernung der Dreiecke müssen sich so entsprechen, dafs das ganze Netzhautbild in den gelben Fleck fällt, diesen womöglich deckt. Liegen die Umrifslinien und die markanten Punkte des Netzhautbildes aufserhalb des gelben Fleckes, so ist die Auffassung sehr ungenau. Nahezu ebenso ungenau ist sie auch, wenn das Netzhautbild sehr klein und infolgedessen die Bewegungsempfindung minimal ist.

4. Die Orientierungsempfindlichkeit der Netzhautpunkte ist am gröfsten zwischen den Punkten des gelben Fleckes und hier wieder innerhalb eines Grenzbezirkes; sie ist weniger grofs zwischen einem Punkt innerhalb und einem aufserhalb, am geringsten zwischen zwei Punkten, die aufserhalb des gelben Fleckes liegen.

5. Die Färbung der Dreiecke begünstigt im allgemeinen die Auffassung.

6. Wichtiger als die Farbenqualität ist für die Genauigkeit der Auffassung der Helligkeitsunterschied zwischen der Farbe und dem Hintergrunde.

7. Unmittelbar sich berührende Farbenkontraste sind für die Auffassung ungünstig.

8. Mangelhafte Beleuchtung beeinträchtigt die Genauigkeit der Auffassung dermafsen, dafs die Fehlerzahl bis auf das Doppelte der normalen Zahl anwachsen kann.

9. Ermüdung verringert die Schärfe der Auffassung.

10. Ästhetisches Gefallen erhöht, ästhetisches Mifsfallen verringert die Exaktheit der Auffassung."

Was den zweiten Teil der Arbeit, die Regelmäfsigkeit der begangenen Fehler, betrifft, so sei aus den Resultaten hervorgehoben, dafs der Verf. bei seinen Versuchspersonen eine grofse Übereinstimmung in der Art der Fehler konstatieren konnte, so grofs auch sonst die individuellen Unterschiede in den Fehlersummen waren. Die Regelmäfsig-

keit in den begangenen Fehlern erstreckte sich besonders auf eine Verkürzung der Höhen der gezeichneten Dreiecke, auf Unterschätzung der spitzen und Überschätzung der stumpfen Basiswinkel, auf Verschiebungen der Dreiecksspitzen, wie endlich auf eine Bevorzugung und Vernachlässigung bestimmter Formen. Der Verf. hebt endlich nochmals hervor, dafs die bevorzugten Formen ästhetisch wohlgefällige sind und er schliefst die Abhandlung damit, dafs er den Grund für die Übereinstimmung in dem Urteil über die wohlgefälligen oder mifsfälligen Formen ebenfalls in den Bewegungsgesetzen der Augen sieht. Eine beigegebene Tafel erleichtert das Verständnis der Ausführungen. KIESOW (Turin).

VASCHIDE et VURPAS. **Le vertige psychique.** *Rev. de méd.* 22 (5), 480—484. 1902.

Unter den Namen Schwindel werden die verschiedensten Phänomene zusammengefafst. Verf. bezeichnen als vertige psychique folgenden Zustand: gewisse Menschen werden, sobald sie aus einer gewissen Höhe nach unten blicken, von einem allgemeinen Unbehagen befallen; sie können, solange sie den erhöhten Standpunkt einnehmen und herabblicken, nichts anderes denken, als dafs sie selbst herabfallen, und müssen sich dabei in einem fort ausmalen, wie sie unten ankommen, blutüberströmt, mit gebrochenem Schädel, herausfliefsendem Gehirn u. s. w. Dieselbe Empfindung haben sie auch, wenn sie einen anderen in der Höhe sehen, im Luftballon, auf dem Trapez oder dergl. Dabei ist ihr Gesichtssinn nicht, wie sonst beim gewöhnlichen Schwindel, alteriert. Die Gegenstände um sie herum behalten den ihnen zukommenden Platz in Raum, bewegen sich nicht in vertikaler oder horizontaler Ebene, wie man es sonst beim Schwindel zu sehen meint. — Es handelt sich in solchen Fällen um Degenerierte. Das Phänomen gehört zur Klasse der psychischen Stigmata; eine übermächtige Idee beherrscht plötzlich das ganze Bewufstsein. Ähnlich also wie bei der Agarophobie. UMPFENBACH.

FR. LINDIG. **Über den Einflufs der Phasen auf die Klangfarbe.** *Ann. d. Physik* (4.), **10**, 242. 1903.

Die Frage, ob beim Zusammenklingen mehrerer Töne deren gegenseitiger Phasenunterschied die Klangfarbe beeinflufst, ist zum ersten Male von H. VON HELMHOLTZ aufgeworfen worden. Er entschied die Frage bezüglich der Klangfarbe der Vokale, indem er eine Reihe elektrisch erregter Stimmgabeln mit davorstehenden Resonatoren gleichzeitig tönen liefs. Phasenverschiebung erreichte er durch Schwächung der Resonatoren oder schwache Verstimmung der Stimmgabeln und kam zu dem Resultat, dafs die Phasenverschiebung der Tonkomponenten ohne Einflufs auf die Klangfarbe ist. Gegen die HELMHOLTZschen Versuche wurde eingewendet, dafs die Empfindlichkeit der Methode nicht ausreichend sei. Hierauf untersuchte R. KÖNIG die Phasenwirkung mit einer Wellensirene, indem er dem Rand einer Metallscheibe die Form einer Sinuskurve gab, gegen den Rand derselben einen Luftstrom durch einen Spalt blies und die Scheibe in Rotation versetzte. Wurden gleichzeitig zwei Scheiben angeblasen, und standen die Tonhöhen beispielsweise im Verhältnis der Quinte zum Grundton, so zeigte sich, dafs durch Verschieben des die zweite Scheibe anblasenden

Spaltes um eine halbe Wellenlänge, also durch Änderung der Phase der Quinte um einen halben Phasenwinkel Klangfarbenänderung des Tones eintrat. Gegen diese Versuche wandte STUMPF ein, dafs der durch Anblasen der Sirene entstehende Ton nicht sinusförmig zu sein braucht, auch wenn der angeblasene Rand der Sirene sinusförmig ausgeschnitten ist. Schliefslich verwendete L. HERMANN zur Entscheidung der Frage den EDISONschen Phonographen und veränderte die Phasenverhältnisse der Klänge, indem er den Phonographen vorwärts und dann rückwärts gehen liefs und indem er den als Berg und Tal in die Walze eingegrabenen Kurveneindruck in umgekehrter Weise, als Tal und Berg auf die Luft wirken liefs, die Klangfarbe blieb in allen Fällen erhalten; es ist hier also die Phasenfrage im Sinne der alten HELMHOLTZschen Ergebnisse entschieden. Einwände wie gegen die früheren Methoden lassen sich hier nicht machen, nur wäre zu sagen, dafs die Verhältnisse hier „durcheinander geworfen“ werden (nach HERMANNS eigenen Worten) und eine systematische Regelung der Phasenverhältnisse nicht in unserer Hand liegt. Der Verf. hat nun zur Entscheidung der Phasenfrage eine Methode angewendet, welche eine systematische Untersuchung gestattet und von den bei den älteren Methoden erwähnten Mängeln frei ist.

Zur Untersuchung verwendet der Verf. eine WEBER-KARSTENsche Telephonsirene. Diese besteht aus einer mit konstanter Geschwindigkeit drehbaren Scheibe, auf deren Rande in gleichen Abständen Magnete radial angeordnet sind und entweder alle nach aufsen den gleichen Pol, oder abwechselndden Nord- und Südpol wenden. Den Magneten gegenüber befindet sich eine Drahtspule, durch deren mit den gegenüberstehenden Magneten in eine Richtung fallende Achse ein Bündel ausgeglühter Eisendrähte gesteckt ist. Verbindet man die Spulen mit einem Telephon, so entsteht bei Drehung der Scheibe im Telephon ein Ton, dessen Höhe von der in der Spule erzeugten Polwechselzahl abhängt. Indem mehrere dergestaltete Scheiben auf derselben Achse befestigt und die denselben gegenüberstehenden Spulen mit einem Telephon zu einem gemeinsamen Stromkreise verbunden wurden, konnten im Telephon alle Töne überlagert gehört werden, welche die einzelnen Telephonsirenen für sich erzeugten. Eine gegenseitige Phasenverschiebung der Tonkomponenten wurde erreicht, indem die Spulen einzeln in der Richtung des Scheibenumfanges verschoben werden konnten. Der mit diesem Apparate erzeugte Toncharakter wurde nach zwei Methoden untersucht, indem die neben dem Grundton auftretenden Obertöne einmal nach der Schwebemethode akustisch analysiert, und dann nach einem optischen Verfahren untersucht wurden. Das optische Verfahren bestand darin, dafs eine ausgespannte Kupferdrahtsaite sich an einer Stelle zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten befand und von dem von den Sirenenspulen kommenden Strome durchflossen wurde. Entsprachen die Stromimpulse und die Schwingungsdauer der Saite einander, so geriet diese in Schwingung. Durch Beobachtung der Saite an verschiedenen Stellen mittels eines Okularmikrometers wurde die Kurvenform derselben ermittelt und von dieser auf die Obertöne geschlossen. Beide Methoden führten zum gleichen Resultate, und es ergab sich erstens, dafs die Töne um so reiner waren, je gröfser die Zahl der Magnete auf der Sirenenscheibe

war, und zweitens, dafs alle Obertöne entstehen bei Gleichpolsirenen, d. h. wenn alle Magnete nach der Peripherie hin die gleiche Polarität zeigen, dafs dagegen nur die ungeraden Obertöne (wie bei gedeckten Pfeifen) entstehen bei Wechselpolsirenen, d. h. wenn die Polarität eine wechselnde ist. Eine eingehende theoretische Behandlung des Induktionsvorganges bestätigt die durch Beobachtung gefundenen Resultate.

Zur Untersuchung des Einflusses der Phasen auf die Klangfarbe wurden mehrere Telephonsirenen auf dieselbe Achse des Uhrwerkes gesetzt, so z. B. bei einem Versuche zwei Wechselpolsirenen, deren Magnetzahl im Verhältnis 3:2 stand. Der Versuch ergab, dafs der Zweiklang (Quinte) stumpfer wurde, sobald der Phasenunterschied der Töne $^1/_2$, $^3/_2$ etc. betrug. Es liegt nun nahe, den Effekt auf die Obertöne zu schieben. Nehmen wir als Einheit die halbe Schwingungszahl des Grundtones, so sind die Schwingungszahlen der Grund- und Obertöne des Grundtones: 2, 4, **6**, 8, 10, **12** und die Schwingungszahlen der Quinte 3, **6**, 9, **12**, 15, 18. Wie wir sehen, sind die fettgedruckten Schwingungszahlen **6** und **12** beiden Tönen gemeinsam. Verschieben wir die Phase um einen halben Phasenwinkel, so tritt Auslöschung der beiden Obertöne **6** und **12** ein und die Klangfarbe wird stumpf. Dafs dies der Grund ist, erhellt auch aus einem anderen Versuche des Verf., indem er die zweite Sirene durch eine Wechselpolsirene ersetzt, der nur die Obertöne der Schwingungszahlen 3, 9, 15 zukamen. Grundton und Quinte haben keine Obertöne gemeinsam und bei Verschieben der Phase tritt auch tatsächlich keine Änderung der Klangfarbe auf. Versuche dieser Art sind in grofser Zahl ausgeführt.

Die Versuche führen zu folgendem Resultat: Verschiebt man zwei einfache Töne oder zwei Klänge, die ein beliebiges Intervall bilden, in der Phase gegeneinander, so hat dies auf die Klangfarbe des Intervalles keinen Einflufs. Ein Einflufs der Phasenverschiebung tritt nur dann auf, wenn in den Klängen gleich hohe Obertöne vorhanden sind, die miteinander interferieren können. GAEDE (Freiburg i. Br.).

HERMANN GUTZMANN. **Die Sprachentwicklung des Kindes und ihre Hemmungen.** *Die Kinderfehler* 7 (5, 6), 193—216. 1902.

Der Verf. veröffentlicht in: *Die Kinderfehler, Zeitschr. f. Kinderforschung* einen Vortrag, den er vor der vorjährigen Versammlung des Vereins für Kinderforschung in Jena hielt.

Verf. will übersichtlich das zusammenstellen, was wir über die erste Sprachentwicklung wissen und auf diejenigen Punkte aufmerksam machen, an denen Hemmungen dieser Entwicklung einen störenden Einflufs auf die gesamte spätere Entwicklung des Kindes ausüben können.

A. Die Sprachentwicklung vollzieht sich in vier Perioden. Die Schreiperiode hat für sie nur insofern Bedeutung als sie ein Vorbild für den Typus der späteren Sprechatmung abgibt, sie zeigt den allmählichen Übergang von den ataktischen Bewegungen der Atmung zu den späteren koordinierten. Kurven offenbaren eklatant ein Überwiegen der kostalen Bewegung bei der Sprechatmung, für die Schreiperiode insbesondere, wie allmählich und langsam die anfänglich ungeordneten Bewegungen in die

geordneten übergehen, überhaupt von vornherein eine überwiegende Innervation des kostalen Atmungsapparats. Die rein reflektorische Lallperiode ist dadurch charakterisiert, dafs das Kind äufserlich ruhiger geworden ist und als angeborene triebartige Bewegung, zwar noch ataktisch, aber doch von sämtlichen Artikulationsstellen Laute hervorgebracht werden. Die wichtigste Phase ist die Nachahmungsperiode, die, weil gleichsam der Reiz des durch die Aufmerksamkeit intensiveren Sinneseindrucks ein stärkerer ist, recht wohl als eine Art höheren Reflexes angesehen werden kann. In der 4. Periode verwendet das Kind die Wörter selbständig.

Ist denn ein grofser Unterschied zwischen jenen reflektorischen und diesen sogenannten willkürlichen oder spontanen Bewegungen? Verf. stützt sich in der Beantwortung dieser Frage auf die wichtige Beobachtung Heynes: Hier handelte es sich, im Gegensatz zu den Beobachtungen Duchennes und Strümpells, um eine über den ganzen Körper verbreitete Anästhesie. Es konnten alle willkürlichen Bewegungen gut ausgeführt werden, sobald die zu überblickenden Teile mit dem Auge beobachtet werden konnten. Nun liegt aber der ganze stimmbildende Apparat aufserhalb des Bereiches unseres Gesichtskreises, während das Gehör eine wichtige Rolle spielt. Der Kranke Heynes war nicht mehr im stande, einen Laut, geschweige ein Wort hervorzubringen, wenn man ihm beide Ohren zuhielt. Diese Beobachtung weist deutlich die wichtige Wahrheit auf: Ohne Reiz keine Bewegung, also auch keine Sprache. Alle Hemmungen der Sprache sind dennoch teils auf Ausfallserscheinungen, teils auf Steigerungen jener Reize zurückzuführen. Verf. zieht sie bei den drei grofsen Gebieten des gesamten Sprechapparats, bei den peripher-impressiven, bei den zentralen und den peripher-expressiven in nähere Betrachtung.

B. Die Hemmungen: I. 1. Das Gehör bildet sich bei neugeborenen Kindern erst allmählich. Durch Störungen desselben wird, nach übereinstimmenden Beobachtungen, die Schreiperiode nicht beeinflufst. Schon für die zweite Periode zeigen sich bei der gröfseren Mehrzahl bedeutende Ausfälle und für ganz seltene Fälle kommt noch die dritte Entwicklungsstufe zur Geltung. Hierbei handelt es sich natürlich um Wörter der beiden ersten Artikulationsgebiete. 2. Blindgeborene lernen im allgemeinen später sprechen als Hörende. 3. Störungen des dritten peripher-impressiven Weges (Gefühl) sind noch nicht beobachtet worden.

II. Weit zahlreicher und mannigfaltiger sind die Hemmungen der zentralen Prozesse. Seltener sind die Fälle, in denen das sensorische Sprachzentrum trotz guten Gehörs nicht zur Entwicklung kommt, sehr viel häufiger die Fälle der Hörstummheit. Am häufigsten liegen hier rein psychische Hemmungen vor (Scham, Unlust). Rein psychische Hemmungen können auch von der Peripherie her ausgelöst werden. Verf. weist hin auf einen Fall aus seiner Praxis, da ein Mädchen nach glücklicher Operation an einer angeborenen Gaumenspalte sich weigerte zu sprechen, weil es fühlte, dafs sein Sprechprodukt nicht richtig war. — Ist der Einflufs des akustischen Zentrums auf das motorische Sprachzentrum aufserordentlich grofs, so kommt es zur Echolalie. — Dafs aber die psychischen Hemmungen zur Erklärung der Hörstummheit nicht ausreichen, beweisen:

a) dafs nach Herausnahme adenoider Vegetationen in geradezu überraschender Weise die spontane Entwicklung der bei fünf- und sechsjährigen Kindern noch gehemmten Sprache eingeleitet wurde; b) auch entferntere Reize können Hemmungen ausüben (fehlerhafte Diät). Verf. empfiehlt, hörstumme Kinder, sofern rein psychische Hemmungen vorliegen, den Taubstummenanstalten zu überlassen, die ohne Schwierigkeiten auf dem Wege der Artikulationsübungen vielleicht in einem Jahre die Aufnahme in die normale Schule möglich machen. — Genau dieselben Reize können auch zu spastischen Erscheinungen Veranlassung geben (Würmer). Diese werden ferner veranlafst durch ein zu grofses Mifsverhältnis zwischen Perzeptionszentrum und dem motorischen in der Sprachentwicklung, das erstere eilt dem letzteren voran; ferner Prädispositionen zur Nachahmung von Fehlern; endlich angeborenen Hemmungen des motorischen Zentrums, die im allgemeinen gleichzusetzen sind der allgemeinen Unlust des Kindes an der Bewegung.

III. Hemmungen endlich der peripher-expressiven Wege treten in den Hintergrund. Zu bemerken ist im besonderen, dafs das verkürzte Zungenbändchen sehr selten ein Hemmnis der Sprachentwicklung ist. Verf. verurteilt das vielfach übliche Zungenlösen als einen Unfug.

Marx Lobsien (Kiel).

E. W. Scripture. **The Elements of Experimental Phonetics.** New York, Scribner's Sons; London, Arnold; 1902. XVI und 627 S., mit 26 Tafeln und 360 Fig. im Text. 21 Shill.

Die experimentelle Phonetik ist ein Arbeitsfeld, das gemeinsam von der Physik, der Physiologie, der Psychologie und der Sprachwissenschaft beackert wird. Jede der vier Wissenschaften hat ein Interesse daran, mit ihren Schwestern Fühlung zu behalten, und wird deshalb ein Werk, das diesem Ziele dient, mit Freude begrüfsen. Der Verf. hat es meisterhaft verstanden, in klarer Darstellung die Probleme, um die es sich handelt, die Apparate, die Untersuchungsmethoden und die bis jetzt gewonnenen Resultate zu schildern. Auch der den naturwissenschaftlichen Untersuchungen ferner stehende Philologe vermag ihm ohne Mühe zu folgen. Besonders geschickt ist die Gruppierung des Stoffes. Die vier grofsen Abschnitte zerfallen in 37 Kapitel (von 3 bis zu 30 Seiten), deren jedes einen abgerundeten Stoff behandelt und sowohl in den Fufsnoten als auch am Ende mit reichlichen Literaturangaben versehen ist.

Der erste Abschnitt S. 1—75 (curves of speech) beschäftigt sich mit den verschiedenen Methoden, die man zur graphischen Fixierung der beim Sprechen hervorgebrachten Luftschwingungen angewendet hat. Es werden die verschiedenen Phonautographen oder Sprachzeichner, die manometrischen Flammen, der Phonograph und endlich das Grammophon beschrieben. Über eigene Untersuchungen mit dem letzteren Apparate hatte Scripture schon in zwei Aufsätzen in den Studies from the Yale Psychological Laboratory VII (1899) und X (1902) berichtet; der Inhalt dieser beiden Aufsätze ist samt den Tafeln und Abbildungen in zusammengedrängter Form in die „Elements" übernommen worden. Den Schlufs von I bildet eine kurze Anleitung zur Analyse der Kurven, fortgesetzt in dem zweiten Appendix.

Der zweite Abschnitt S. 76—187 (perception of speech) hätte stark gekürzt werden können, da er zum grofsen Teil rein psychologische Probleme behandelt. SCRIPTURE fafst, wohl durch persönliche Neigung bewogen, den Begriff der experimentellen Phonetik allzu weit: der anatomische Bau des Hörorgans (S. 76—81), die Lokalisation der „Sprachzentren" im Gehirne (S. 83—88), der allgemeine Charakter und die Wahrnehmung eines Tones (S. 89—112), die Ideen-Assoziation im allgemeinen und beim Sprechen (S. 135—174) sind Dinge, die in jeder Psychologie eingehend dargestellt werden und die mit dem Mechanismus der Sprache, dem Hauptgegenstande der experimentellen Phonetik, wenig zu tun haben. Auch scheint mir SCRIPTURE den Einflufs der Apperzeption der Laute auf den Wandel der Artikulation zu überschätzen. Gewifs ist es möglich, dafs ein Lautwandel seine Ursachen in der Arbeitsersparnis beim Hören und Auffassen des Klanges („perceptive economy"), nicht aber beim Artikulieren („motor economy") hat. Wie schwierig es aber ist, diese Erklärung praktisch anzuwenden, zeigt SCRIPTURE selbst: denn es wird ihm schwerlich jemand glauben, dafs die aus allen Sprachen bekannte Monophthongisierung eines Diphthongen (z. B. ags. ā aus ai) aus dem unbewufsten Wunsche, dem Ohre die Arbeit der Auffassung zweier Vokalklänge zu ersparen, entsprungen sei (S. 122).

Der bedeutendste und umfangreichste Abschnitt ist der dritte S. 188—398 (production of speech). Er handelt von den Bewegungen und Stellungen der Sprachorgane und den Mitteln, sie exakt zu messen und graphisch darzustellen: also von demjenigen Teile der Experimentalphonetik, der durch ROUSSELOTS Arbeiten in den Mittelpunkt des Interesses gerückt ist. Nach einigen einleitenden Bemerkungen über die Art der Muskelkontraktion folgt (S. 195ff.) eine Schilderung der in der Physiologie allgemein angewendeten Methode MAREYS, die Muskelbewegung in die Bewegung einer Luftsäule umzusetzen und diese auf einen schreibenden Hebel wirken zu lassen. Die Stärke, Art und Dauer der Expiration (breathing, S. 212ff.) kann entweder durch den Pneumographen, der die Ausdehnung des Thorax und Abdomen mifst, oder durch den Spirometer, dessen Schalltrichter dicht vor Mund oder Nase angebracht wird und die einzelnen Expirationsstöfse auffängt, gemessen werden. In Kapitel XVII (227—238) wird die gesamte Muskulatur der Sprachorgane, in Kapitel XVIII (239—250) der Kehlkopf eingehend beschrieben. Das Kapitel XIX (251—280) beschäftigt sich mit dem Charakter der Stimmbänderschwingungen. Die von ROUSSELOT angewendete Methode, die Schwingungen von aufsen zu messen, wird nur kurz (S. 267) erwähnt. Sie hat allerdings verschiedene Mängel und läfst sich mit der feinen Arbeit des Phonographen oder Grammophons nicht im entferntesten vergleichen. Leider ist sie nicht ganz zu entbehren, da die Stimmbänder auch während des völligen Verschlusses der Mund- und Nasenhöhle schwingen können, wie z. B. im Französischen beim b. In Kapitel XX (281—295) wird der Rosonanzton oder „Formant" des Vokales besprochen, seine absolute Höhe und seine Zusammensetzung aus mehreren Einzelresonanzen (LLOYD). Sehr eingehend behandeln die Kapitel XXI bis XXIII (S. 296—324) die mit Hilfe des künstlichen Gaumens untersuchten Verschlüsse zwischen Zunge

und Gaumen: zahlreiche Abbildungen im Texte veranschaulichen die Verschlufsbildung im Amerikanischen, Irischen, Ungarischen, Deutschen, Französischen und Italienischen. Die Zungenbewegung und Zungenstellung kann durch Apparate, die in den Mund eingeführt werden (S. 330—335), oder an den Bewegungen des Mundbodens (335—337) gemessen werden: einwandsfrei sind aber beide Methoden nicht. Auch die direkte Messung der Bewegungen des Velum durch Apparate, die durch die Nase oder den Mund daran gelegt werden (344—346), ist eine Quälerei ohne viel Nutzen: viel zweckmäfsiger erscheint es, das Aufsteigen des Velum gegen die Schlundwand an dem Volumen des durch die Nase ausgehenden Luftstromes zu messen, wie das ROUSSELOT und JOSSELYN mit Erfolg getan haben (S. 347—352). Kurz wird die Messung der Lippen- und Kinnladenbewegung abgemacht (353—355). Das Neue der ROUSSELOTschen Untersuchungen und Resultate kommt am deutlichsten in Kapitel XXVI (simultaneous and successive speech movements) zum Ausdruck. Der Charakter jedes Sprachlautes ist nicht von der Stellung oder Bewegung eines einzigen Sprachorganes, sondern mehrerer zugleich abhängig und aufserdem wird jede Stellung oder Bewegung des einzelnen Organes durch die vorhergehenden und folgenden beeinflufst. Also mufs es das höchste Ziel der experimentellen Phonetik sein, einen vollständigen Satz graphisch so zu fixieren, dafs die Gleichzeitigkeit und Aufeinanderfolge sämtlicher von den verschiedenen Organen ausgeführten Bewegungen deutlich zu erkennen ist. Wie wertvoll das ist, nicht allein für die genaue Bestimmung der Laute der modernen Sprachen, sondern auch für das Verständnis historischer Lautentwicklungen (βουκόλος neben αἰπόλος aus -qolos), führt SCRIPTURE an Aufnahmen von ROUSSELOT, ROSAPELLY und ZWAARDEMAKER aus. Freilich sind die technischen Schwierigkeiten hierbei grofs: vor allem dürfen die verschiedenen Aufnahmeapparate die Versuchsperson am natürlichen Sprechen nicht behindern. Einen bedeutenden Fortschritt gegenüber ROUSSELOT bedeutet in dieser Beziehung der von ZWAARDEMAKER konstruierte Apparat (vgl. Neuere Sprachen 1900), den SCRIPTURE wohl hätte abbilden und etwas ausführlicher besprechen können. Das Schlufskapitel XXVII des dritten Abschnittes (vocal control) zählt diejenigen physiologischen und psychologischen Einflüsse auf, denen die Sprache im allgemeinen unterliegt und von denen daher das richtige und normale Funktionieren des Sprachapparates abhängt.

Der vierte Abschnitt (factors of speech) behandelt die vom Ohre unterschiedenen Sprachlaute nach der Art und den Unterschieden ihrer Hervorbringung und ihre Zusammenfügung im Worte und Satze. Ausführlich werden die verschiedenen Theorien über die Natur der Vokale entwickelt. Dafs der Eigen- oder Resonanzton (Formant) des Vokales vom Stimmtone ganz unabhängig ist, dafs also der Vokalklang im ganzen nicht notwendig eine harmonische Tonverbindung ist, haben HERMANNS Untersuchungen endgültig gezeigt. Natürlich k a n n der Resonanzton im einzelnen Falle in bezug auf die absolute Tonhöhe mit einem Obertone des Stimmtones zusammenfallen: aber das Wesen des Vokalklanges hat damit nichts zu tun. SCRIPTURE betrachtet die v ö l l i g e Unabhängigkeit des Formanten vom Stimmtone einerseits und sein Zusammenfallen mit einem Obertone des Stimmtones andererseits als die beiden E x t r e m e: „when the puffs (of the

cords) have infinitely sharp forms the former is necessarily correct; when they are sinusoidal the latter is also necessarily correct. Puffs of forms between these extremes will modify the waves from the vocal cavity according to their forms" (S. 421). Eine kurze Definition von „whispered, sonant, surd vowel", die Einteilung der Vokale nach Lippen- und Zungenstellung (Sweet) und die Bestimmung eines Diphthongen schliefst das Kapitel. Die Ausführungen über „liquids and consonants" (S. 432—445) beschäftigen sich fast ganz mit dem Wesen der „Mouillierung" und „Palatalisierung", besonders mit dem Unterschiede zwischen k und t. Allgemeine Bemerkungen über die Zusammensetzung der Laute im Worte (sound fusion S. 446—461) und den Lautwandel (progressive change, S. 462—471) leiten die letzten sechs Kapitel ein, deren Inhalt die Gliederung der ununterbrochenen Lautfolge des Wortes oder Satzes bildet: ihr dient die Auf- und Abbewegung des Stimmtones (melody), die verschiedene Länge (duration), die wechselnde Lautstärke (loudness), der Akzent (accent) und endlich der Rhythmus (auditory and motor rhythm, speech rhythm). Scriptures Überblick über das, was gerade auf diesen Gebieten die experimentelle Untersuchung des Französischen, Deutschen, Ungarischen, Finnischen, Litauischen in den letzten Jahren geleistet hat, stellt den Wert der experimentellen Phonetik ins hellste Licht. Es ist für das Ohr ganz unmöglich, der Tonbewegung beim Sprechen zu folgen oder die Länge und Stärke der Laute so scharf zu fassen, dafs eine sichere Vergleichung möglich ist. Experimentell dagegen lassen sich diese wichtigen Faktoren der Sprache verhältnismäfsig leicht untersuchen.

Im Appendix I (561—573) wird die von Hermann zur Messung der Vokalkurven angewendete „Fourier analysis" beschrieben; Appendix II enthält im Anschlufs an S. 62 die Analyse der Vokale einer mit dem Grammophon aufgenommenen Kurve eines Gedichtes (Cock Robin); der Appendix III (free rhythmic action, S. 602—606) ist ohne Interesse für die Phonetik.

Scriptures Buch ist für phonetische Untersuchungen unentbehrlich und wird bei einer neuen Auflage noch gewinnen, wenn alles, was nicht streng zum Thema gehört, ausgeschieden wird. O. Hoffmann (Breslau).

O. Külpe. **Zur Frage nach der Beziehung der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden.** *Philos. Studien* 18 (2), 328—346. 1902.

Der Verf. weist in dieser Abhandlung die Einwürfe zurück, die A. Lehmann (in seinem Buche „Die körperlichen Äufserungen psychischer Zustände" S. 105f.) gegen eine unter des Verf. Leitung von Ament für Licht und Schallintensitäten ausgeführte und unter gleichem Titel in den *Philos. Stud.* **16**, S. 135f. erschienene Arbeit erhoben hat. Indem er dann weiter Lehmann nachzuweisen sucht, dafs er sich selbst in seiner Arbeit nicht unerhebliche Fehler zu schulden kommen liefs, spricht er diesem das Recht ab, einem Anfänger auf diesem schwierigen Gebiete gegenüber Ausdrücke zu gebrauchen, wie sie sich in jener Kritik finden.

Kiesow (Turin).

F. S. WEINCH. **Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden im Gebiet des Zeitsinns.** *Philos. Stud.* 18 (2), 274—327. 1902.

Die vorliegende, auf KÜLPES Anregung und unter seiner Leitung unternommene Untersuchung ist aufser von sachlichem auch von hohem methodologischem Interesse. Von methodologischem Interesse ist die Arbeit insofern, als die Versuche nicht, wie dies bisher in diesem Gebiet geschehen ist, nach den Methoden der Minimaländerungen, der mittleren Fehler oder der richtigen und falschen Fälle, sondern nach der der mittleren Abstufungen durchgeführt wurden, der Verf. also nicht eine Unterschiedsbestimmung, sondern vielmehr eine Unterschiedsvergleichung vor Augen hatte; an sachlichem Interesse gewinnt die Arbeit besonders dadurch, dafs der mehrdeutige Sinn, dem der Begriff der Intensität unterworfen ist, bei der gleichen Bedeutung, den die Zeit für das objektive wie für das subjektive Gebiet hat, hier keinen störenden Faktor bildet.

Was die Versuchsanordnung betrifft, so sei hervorgehoben, dafs der Verf. mit dem von MEUMANN modifizierten grofsen WUNDTschen Zeitsinnapparat arbeitete, wie dafs für die Beobachtung sowohl schlagbegrenzte wie Tonzeiten zur Anwendung kamen. Letztere wurden durch eine elektrisch erregte Stimmgabel von 104 Schwingungen erzeugt und auf ein BELLsches Telephon übertragen.

Die einzelnen Resultate sind in zahlreichen Tabellen sorgsam zusammengestellt und im Texte ausführlich diskutiert. Wir beschränken uns hier auf die Wiedergabe der Gesamtergebnisse, wie sie der Verf. am Schlusse der Arbeit selbst zusammengefafst hat:

„1. Sucht man mittels der Methode der mittleren Abstufungen das Mittel zwischen zwei verschieden langen Tonzeiten, so entspricht das geschätzte Mittel in der Regel (bei einer konstanten individuellen Abweichung) einem gröfseren objektiven Wert, falls die kleinere Zeit zuerst geboten wird.

2. Nach mehreren Wochen Übung entstand bei allen Beobachtern eine Neigung, unter sonst gleichen Bedingungen eine gröfsere objektive Zeit als Mittel zu schätzen, als am Anfang.

3. Unsere mit der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate bestätigen das WEBERsche Gesetz nicht, sondern bei jedem Beobachter wächst die relative Abweichung von dem geometrischen Mittel mit der Gröfse des Verhältnisses $R_2 : R_1$. Die Beziehung der Abweichung des geschätzten Mittels von dem geometrischen Mittel zu der Gröfse des Verhältnisses $R_2 : R_1$ genau zu formulieren, ist auf Grund unserer Resultate nicht möglich, vermutlich aber entspricht sie einer einfachen Funktion. Die Resultate der Unterschiedsschwellenbestimmung nach der Methode der Minimaländerungen bestätigen das WEBERsche Gesetz zwischen Zeitdauern von 250 σ bis 1200 σ sehr genau. Dieses Verhältnis zwischen den Resultaten der zwei Methoden stimmt annähernd mit demjenigen der Versuche auf dem Gebiete der Vergleichung von Intensitäten von MERKEL und AMENT überein.

4. Die Unterschiedsschwelle für Tonzeiten innerhalb der ebenerwähnten Grenzen beträgt durchschnittlich für die zwei Beobachter ungefähr $4^1/_2$ %.

5. Das Hemmungsgesetz von HEYMANS genügt nicht, um die nach der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate zu erklären.

6. Die Resultate unterstützen die Vermutung von Külpe, dafs die ebenmerklichen Unterschiede mit der Intensität der sie begrenzenden Empfindungen wachsen, und gestatten deren Erweiterung auf die Vergleichung von Zeiten. Der Unterschiedsschwelle entspricht somit auch bei Zeiten keine konstante psychologische Gröfse.

7. Ein Analogon der Indifferenzzeit gibt es, wenigstens innerhalb der von uns untersuchten Grenzen bei Tonzeiten nicht. Der Schätzungsfehler ist vielmehr durchweg positiv und nimmt mit der Gröfse der N.Z. ab. Damit hängt es wohl auch zusammen, dafs das Webersche Gesetz hier keine untere Abweichung hat. Die relative Schätzungsdifferenz ist bei Zeiten von ca. 800 σ bezw. 1200 σ ein Minimum.

8. Im Gebiet des Zeitsinns scheint eine Tendenz zu bestehen, absolut gleiche Unterschiede für gleich grofs zu halten, da die geschätzten Mittelzeiten bei den späteren Reihen durchschnittlich ungefähr dem arithmetischen Mittel aus den Grenzzeiten entsprechen und ein Einflufs der Lage der beurteilten Zeitunterschiede nicht hervorgetreten ist."

Der Verf. bemerkt weiter, dafs er die Versuche mit kleineren und gröfseren Zeiten, sowie mit gröfseren Verhältnissen des $R_2 : R_1$ fortsetzen und diese zugleich mit ausführlichen theoretischen Folgerungen veröffentlichen werde.

Kiesow (Turin).

Fr. Paulhan. **La volonté.** Paris, Doin, 1903. 323 S.

Das Buch ist interessant, sauber und gefällig geschrieben. Es hält sich frei von den verbohrten Einseitigkeiten, die sich so häufig in der Psychologie des Willens finden. Es bietet uns ein reiches und im ganzen wohl richtiges Bild vom Wollen und seiner Rolle im psychischen Leben. Die Analyse des Tatbestandes des Wollens selbst könnte freilich noch weiter geführt, und die Definitionen könnten noch exakter formuliert werden. Aber es hat auch Wert, das Wollen einmal aus nicht zu grofser Nähe zu betrachten, wenn man nur dabei nicht oberflächlich wird. Diese Gefahr hat der Verf. vermieden. Sein Buch gehört daher zu der kleinen Anzahl beachtenswerter Beiträge zur Psychologie des Willens.

Der Inhalt des Buches, der für sich selbst sprechen möge, ist kurz folgender:

Das in fortwährender Veränderung begriffene psychische Geschehen ist immer von der Tätigkeit der Persönlichkeit durchzogen. Eine besondere Form dieser psychischen Tätigkeit ist der Wille. Ihm stehen zwei andere Formen, nämlich die automatische und die suggerierte psychische Tätigkeit gegenüber und nehmen den gröfsten Raum und die gröfste Bedeutung im psychischen Leben ein. Von diesen beiden Formen ist der Wille zunächst zu unterscheiden.

Die automatischen Tätigkeiten sind die gewohnten Tätigkeiten des Denkens, Fühlens und Handelns, die das Gepräge der Persönlichkeit tragen. Sie entsprechen also der fertigen Persönlichkeit, wie sie auf Grund ursprünglicher Anlagen, äufserer Einflüsse und eigener früherer Arbeit geworden ist. Wie jedes psychische Phänomen, ist die automatische Tätigkeit eine Synthese von psychischen Elementen. Aber sie ist eine gewohnte, keine neue, und eine aktive Synthese von persönlichem Charakter.

Suggerierte Tätigkeit ist alles dasjenige im Verhalten des Menschen, das durch den Einfluſs anderer Menschen, wie er fortwährend stattfindet, bestimmt ist. An und für sich ist sie keine gewohnte, sondern eine neue und eine aktive Synthese. Aber ihr fehlt der persönliche Charakter; sie ist nicht der Ausdruck der eigenen fertigen Persönlichkeit.

Der Wille dagegen ist eine neue, aktive Synthese von persönlichem Charakter. In diese Synthese gehen jedoch als Elemente immer eine gröſsere oder geringere Anzahl automatischer und suggerierter Tätigkeiten ein, denn das Material wird dem Willen durch Automatismus und Suggestion geliefert. Andererseits bereitet jede Willenstätigkeit eine neue und im allgemeinen höhere automatische Tätigkeit vor, da mit jeder Neubildung einer Synthese sogleich auch eine neue Gewohnheit beginnt.

Bei jeder automatischen und suggerierten Tätigkeit gibt es jedoch auch in gewissem Grade Neuheit und persönliche Aktivität, denn kein Akt des Menschen stimmt mit seinen früheren völlig überein, und niemals ist die Persönlichkeit völlig passiv. Daher hat alle psychische Tätigkeit, wenn auch nur in geringerem Grade, zugleich den Charakter von Willenstätigkeit.

Willenstätigkeit tritt ein, wenn durch die Ohnmacht oder den Konflikt automatischer Tätigkeiten oder durch den Konflikt suggerierter Tätigkeiten miteinander oder mit automatischer Tätigkeit eine Hemmung oder Störung psychischer Tätigkeit bewirkt wird. Diese Hemmung oder Störung führt selbst zur Heilung der Ohnmacht oder des Konfliktes der Tätigkeiten, indem sie eine Reihe komplexer psychischer Phänomene entstehen läſst, die bei normalen Verlauf mit einem Willensakt abschlieſst.

Die Hemmung oder Störung der psychischen Tätigkeit führt zunächst zur Überlegung. Diese besteht darin, daſs das Ich die sich gegenüberstehenden Projekte nacheinander provisorisch annimmt, sich über die Tragweite und die Konsequenzen jedes einzelnen Rechenschaft gibt, dann die Projekte gegeneinander abwägt, und schlieſslich einem Projekt zur dirigierenden Herrschaft verhilft.

Die Entscheidung beendigt und ersetzt die Überlegung. Im Moment des Entscheides tritt kein neues Element ein, sondern es entsteht nur eine neue Fixation schon vorhandener Elemente, eine neue Orientierung des Geistes. Die im Sinne der neuen Tendenz wirksamen Elemente haben sich systematisch assoziiert und zugleich sind die ihr widersprechenden Elemente entweder verschwunden oder ihrer dirigierenden Kraft beraubt und in den Hintergrund gedrängt. Es hat sich so nach dem Gesetz der systematischen Assoziation und Inhibition eine neue, aktive, persönliche Synthese hergestellt. Der Willensentscheid entspricht also nicht der schon fertigen, sondern der erst werdenden, sich gerade organisierenden Persönlichkeit.

Die Ausführung ist eigentlich nur die Auseinanderlegung, die logische Konsequenz des Entscheides. Sie folgt entweder automatisch, oder, wenn der Automatismus unzureichend ist, mit Hilfe neuer Willensakte.

Von den drei Phasen des Willensaktes ist die Entscheidung die wesentliche. Die Überlegung ist nur die Vorbereitung des Wollens. Mit dem Entscheid ist das eigentliche Wollen gegeben, wenn auch die Ausführung etwa durch Tod, Schlaganfall oder sonstwie unmöglich gemacht werden

sollte. Jedoch kann die Ausführung meistens als Prüfstein für das Vorhandensein eines wirklichen Wollens dienen. Denn man kann sich einbilden zu wollen, ohne dafs man wirklich will.

Diese Selbsttäuschung ist möglich, weil es kein Bewufstsein gibt, das uns unsere psychischen Zustände und Akte ohne möglichen Irrtum und unmittelbar enthüllte. Das Bewufstsein vom eigenen Wollen, das „Ich will" kann ein irrtümliches sein. Das „Ich will" konstatiert durchaus nicht immer genau die Situation, wie es Ribot behauptet hat. Das „Ich will" kann daher da sein, ohne dafs wirklich ein Wollen vorläge; und es kann umgekehrt ein wirkliches Wollen vorhanden sein, ohne dafs zugleich ein Wissen um dieses Wollen, also das „Ich will", da ist.

Das Wollen ist also eine neue, aktive Synthese von psychischen Elementen. Diese Elemente sind im Wollen einem System eingeordnet. Sie streben aber immer nach unabhängiger, selbständiger Tätigkeit. Sie erreichen diese selbständige Tätigkeit, wenn die ihr Spiel regelnden höheren Systeme entweder noch nicht gebildet oder schon wieder zerbröckelt sind.

Die Hemmung oder Störung der psychischen Tätigkeit, die zum Eintritt des Wollens führt, beruht auf einer in gewissem Grade unabhängigen Tätigkeit der psychischen Elemente. Diese selbständige Tätigkeit dauert bis zum Entscheid. In der Entscheidung wird erst der einen Gruppe von psychischen Elementen die Unabhängigkeit, der anderen Gruppe ihre Tätigkeit genommen. Das Wollen bezeichnet also die Überwindung der selbständigen Tätigkeit der Elemente.

Wenn alle unabhängige Tätigkeit aller psychischen Elemente überhaupt aufgehoben, die Systematisation der psychischen Tätigkeiten also eine vollkommene wäre, so wäre ein vollkommener Automatismus entstanden. Zwischen den beiden Extremen der völlig unabhängigen Tätigkeit der psychischen Elemente und dem vollkommenen Automatismus liegt die ungeheuere Mannigfaltigkeit von Formen des Willensaktes.

Die niedrigste dieser Formen ist die Laune. Sie ist gleichsam die „elementare" Form des Willens. In ihr kommt nicht die ganze Persönlichkeit, sondern nur ein kleiner, relativ unabhängiger Teil derselben zum Ausdruck. Je gröfser der Teil der Persönlichkeit ist, der in einem Wollen zum Ausdruck gelangt, um so höher ist die Form des Wollens.

Die Persönlichkeit, oder das Ich, ist die Gruppe der dauerhaften, systematisierten Tendenzen d. h. von psychischen Phänomenen jeder Art. Die Entwicklung des Ich beginnt mit den Launen, den mangelhaft koordinierten Ideen, Wünschen, Akten. Einige tiefere und zähere Wünsche harmonisieren sich miteinander und streben nun die anderen zu unterwerfen, umzuformen oder zu hindern. Durch jeden Willensentscheid erleidet das Ich selbst eine Transformation. Die Entwicklung wäre vollendet, wenn kein psychisches Element mehr unabhängig wirkte, wenn jeder Wunsch, der die Harmonie des Ganzen stören würde, jede Laune, die sich auf Kosten der tiefen Tendenzen und festen Ansichten zu befriedigen strebt, angehalten oder sogar am Entstehen gehindert würde. Dann wäre völlige Harmonie der Tendenzen, die Einheit der Persönlichkeit erreicht. Das Ich wäre dann völlig Herr seiner selbst und würde alle psychische Tätigkeit

dirigieren. Es wäre damit auf dem Höhepunkt der persönlichen Macht und der Selbstbeherrschung angelangt. Freilich wird dieses Ideal nie vollkommen erreicht. Und die psychische Tätigkeit würde dann nicht mehr Willenstätigkeit, sondern automatische Tätigkeit sein.

Die persönliche Macht in ihrer Willensform entspricht vielmehr der Entwicklungsstufe, auf welcher das Ich zwar Herr seiner selbst ist, aber diese Herrschaft noch nicht völlig sicher und von selbst auszuüben vermag. Die persönliche Macht ist schliefslich nichts anderes als eine besondere Form der Finalität des Geistes.

Das Herrschaftsgebiet des Willens hat seine Grenzen; es ist bei verschiedenen Individuen verschieden grofs und variiert bei demselben Individuum mit der Zeit und den Umständen. Es vermag sich zu erstrecken über das Wahrnehmen, Erinnern, Vorstellen, Aufmerken, Denken, über die affektiven Phänomene und auch über das Wollen selbst, über die organischen Funktionen und die Aufsenwelt. Freilich kann der Wille selbst auch ein Hindernis für die psychische Tätigkeit werden, wenn er sich in gewisse gewöhnlich unwillkürlich verlaufende Tätigkeiten mischt. Überhaupt verläuft das psychische Geschehen im gewöhnlichen Leben meistens, und meistens besser, ohne eigentliches Wollen.

Die Ausdehnung des Herrschaftsgebietes des Willens geschieht entweder von selbst oder willkürlich, und entweder direkt oder auf indirekten Wegen. Mit der Ausdehnung der Willensdomäne auf der einen Seite ist gewöhnlich eine Verengerung auf anderer Seite verbunden.

Zum vollständigen Tatbestand des Wollens gehört immer eine ungeheuere Menge von physiologischen Vorgängen. Für das Wollen am wichtigsten scheinen die Vorgänge in der Hirnrinde zu sein.

Mit den individualpsychologischen Vorgänge haben die sozialen Phänomene tiefgehende Ähnlichkeiten, wenn auch die Einheit der Einzelpersönlichkeit anderer Art ist als die Einheit eines sozialen Ganzen, und die Elemente der psychischen Phänomene nicht, wie die Elemente des sozialen Ganzen, relativ unabhängige Individuen sind. Unter den sozialen Phänomenen gibt es soziale Automatismen und soziale Willensakte. Und die sozialen Willensakte entstehen ebenfalls aus Ohnmacht oder Konflikt von Automatismen; sie bedienen sich sozialer Automatismen und bereiten neue automatische Tätigkeit vor. Weiterhin lassen sich im sozialen Leben soziale Überlegung, Entscheidung und Ausführung, Analoga der Laune, der Entwicklung der Persönlichkeit und der persönlichen Macht, der Ausdehnung der Willensdomäne auf direktem oder indirektem Wege, u. s. w. konstatieren. So vermögen sich überhaupt Soziologie und Psychologie gegenseitig zu erhellen.

Die Frage der Willensfreiheit hat mit der Psychologie des Willens eigentlich nichts zu tun. Sie wird daher hier nur anhangsweise kurz behandelt. Freiheit des menschlichen Willens bedeutet zunächst, dafs das Verhalten des Menschen der Ausdruck seiner eigenen Persönlichkeit ist. Die Freiheit ist um so gröfser, je mehr das Verhalten ausschliefslich durch die ganze Persönlichkeit bestimmt ist, je gröfser also die persönliche Macht ist. In diesem Sinne ist jeder Mensch mehr oder weniger frei.

Diese Freiheit ist Voraussetzung der Verantwortlichkeit. Der

Grad der Verantwortlichkeit richtet sich nach dem Grade dieser Freiheit, also nach der Gröſse des Umfanges der Persönlichkeit, der in dem Verhalten zum Ausdruck kommt.

Die so verstandene Freiheit verträgt sich nicht nur mit dem Determinismus, sondern schlieſst ihn in sich. Ein Akt, der nicht durch die Persönlichkeit determiniert wäre, wäre nicht frei.

Freiheit im Sinne des totalen oder partiellen Indeterminismus hebt dagegen ganz oder teilweise die Verantwortlichkeit auf. Für den Indeterminismus gibt es überhaupt keine logischen, wissenschaftlichen oder moralischen Gründe. Freilich, so meint der Verf., ist auch der Determinismus nicht absolut gewiſs, sondern bloſs wahrscheinlich. Aber wie wir in der Physik den Determinismus als gewiſs annehmen, so seien wir auch berechtigt, in der Psychologie die Gültigkeit desselben vorauszusetzen.

A. Pfänder (München).

Edmund Husserl. **Logische Untersuchungen.** Erster Teil: **Prolegomena zur reinen Logik.** Halle, Niemeyer, 1900. VIII u. 257 S. Mk. 6.—. Zweiter Teil: **Untersuchungen zur Phänomenologie und Theorie der Erkenntnis.** Halle, Niemeyer, 1901. XVI u. 718 S. Mk. 16.—.

Meine Berichterstattung über das Husserlsche Werk wird von vornherein durch zwei Umstände notwendig eingeschränkt. Das Thema des Buches bilden, wie ja sein Titel auch schon zu erkennen gibt, in erster Linie logisch-erkenntnistheoretische Fragen; eine ausführliche Erörterung der sich hierauf beziehenden Darlegungen des Verf. erscheint aber in einer der Psychologie und der Physiologie der Sinnesorgane gewidmeten Zeitschrift nicht recht am Platze. Und dann würde es im Rahmen des mir hier zur Verfügung stehenden Raumes überhaupt nicht möglich sein, auf die von H. auf nahezu 1000 Seiten erörterten Fragen näher einzugehen. Ich muſs mich daher auf die Hervorhebung einiger vom psychologischen Standpunkt aus besonders wichtigen Punkte beschränken.

In dieser Hinsicht ist nun vor allem hervorzuheben H.s Abschwenken vom Psychologismus, den er in seiner „Philosophie der Arithmetik“ vertreten hatte, zu einem Standpunkte, den man als Logismus oder als transzendentalphilosophischen bezeichnen kann. Logik und Erkenntnistheorie sind nicht auf die Psychologie zu basieren, sondern gründen in Voraussetzungen, deren Geltung unabhängig ist sowohl von der Psychologie als auch von der Metaphysik. Die Unabhängigkeit der Logik von der Psychologie ergibt sich aus der Evidenz und dem objektiven Geltungswert ihrer konstitutiven Elemente. Die Gesetze und Kategorien des Denkens würden ihren eigentlichen Charakter als gültige Prinzipien aller Erkenntnis verlieren, wenn sich ihr Wesen darin erschöpfte, bestimmte, durch die psychische Kausalität hervorgebrachte und durch unsere psychophysische Organisation bedingte psychische Zustände oder Aktionen zu sein. Der Psychologismus führt, in welcher Form er auch auftreten mag, unweigerlich zu einem Relativismus, Probabilismus und Subjektivismus, d. h. zum Skeptizismus. Um seiner Idealität, Apriorität und Objektivität willen kann also das Logische nicht psychologisch begründet werden. Die „reine Logik“, welche

H. in dieser von Metaphysik und Psychologie gleich unabhängigen Weise in dem vorliegenden Werke vorbereiten will, ist nun eine Wissenschaftslehre in dem Sinne, dafs sie von den reinen Bedeutungskategorien (Begriff, Satz, Wahrheit, Wesen der konjunktiven, disjunktiven und hypothetischen Verknüpfung, Subjekt- und Prädikatformen), den formalen gegenständlichen Kategorien (Gegenstand, Einheit, Vielheit, Anzahl, Beziehung, Verknüpfung) und ihren gesetzlichen Komplikationen sowie von den in diesen gründenden Gesetzen und Schlüssen (Theorie der Schlüsse, Vielheitslehre, Anzahlenlehre) handelt. Und endlich hat sie als allgemeine Theorienlehre die wesentlichen Arten der Theorien selbst, die Begriffe und Gesetze, welche zur Idee der Theorie konstitutiv gehören, festzustellen, diese Ideen zu differenzieren und die möglichen Theorien a priori zu erforschen. So ist die reine Logik ein reine Mannigfaltigkeitslehre, die sich an der mathematischen Mannigfaltigkeitslehre orientiert, aber zugleich über sie hinausführt, indem sie die Typen möglicher Theorien überhaupt (und somit auch den der mathematischen Mannigfaltigkeitslehre selbst) ausgestaltet.

Der Versuch H.s, die Logik von der Psychologie unabhängig zu machen, fordert naturgemäfs den Widerspruch der Psychologisten heraus und wird auch bei den Lesern dieser psychologischen Zeitschrift vielfach auf Widerstand stofsen. Ich selbst halte den von H. eingenommenen prinzipiellen Standpunkt an sich für richtig; meine Bedenken richten sich nur gegen die Begründung und Durchführung, die er bei ihm gefunden hat. H. hat ihn nach meinem Dafürhalten weder genügend begründet noch konsequent durchgeführt, er fällt selbst immer wieder in die von ihm abgelehnte psychologische Auffassung zurück. Die phänomenologischen Untersuchungen, die er zwecks Vorbereitung und Klärung der reinen Logik anstellt und welche einen grofsen Teil des zweiten Bandes füllen, tragen den Charakter psychologischer Analysen. Sie beruhen auf ganz bestimmten Voraussetzungen über das Wesen des Psychischen und des Ich, das als eine reale Erlebniskomplexion, als die Verknüpfungseinheit der Erlebnisse selbst gefafst wird. Mit diesen Erlebnissen (Akten), die verschiedene Weisen des Bewufstseins darstellen und sich zu einer Einheit verknüpfen, hat es die phänomenologische, die reine Logik vorbereitende Analyse zu tun. Aus den Quellen, welche sie erschliefst, entspringen die idealen Gesetze der Logik (II, 4), in den psychischen Erlebnissen nehmen die Bedeutungsarten ihren Ursprung (II, 322), „in diesen Akten liegt die Quelle all der Geltungseinheiten, die als Denk- und Erkenntnisobjekte oder als deren erklärende Gründe und Gesetze, als deren Theorien und Wissenschaften dem Denkenden gegenüberstehen. In diesen Akten liegt also auch die Quelle für die zugehörigen allgemeinen und reinen Ideen, deren idealgesetzliche Zusammenhänge die reine Logik herausstellen und deren Klärung die Erkenntniskritik vollziehen will“ (II, 473).

Wenn dem aber so ist, so folgt doch, dafs alle Wahrheiten, alle Gesetze und alle Notwendigkeit zunächst als im Flufs des psychischen Geschehens auftauchende und psychologisch bedingte Erlebnisinhalte und damit als subjektive und individuelle Erlebnisse auftreten. Wie kommen wir nun von diesen subjektiven und individuellen Erlebnissen zu allgemeingültigen und objektiven Wahrheiten und Gesetzen? Was H. hier geltend

macht, um aus der Sphäre des blofs Psychologischen und Subjektiven herauszukommen, führt nicht zu dem erstrebten Ziel. Wenn er von der Erkenntnistheorie sagt, dafs sie nicht psychologisch erklären, sondern den idealen Sinn der spezifischen Zusammenhänge, in welchem sich die Objektivität der Erkenntnis dokumentiert, verstehen wolle (II, 21), so wird der Psychologist einwenden, dafs diese Objektivität zunächst doch nur für irgend ein Bewufstsein, das einer Erkenntnis Objektivität zuschreibt, als seine psychologisch bedingte Auffassung vorhanden ist, ihr Anspruch auf Allgemeingültigkeit aber noch dahinsteht. Gewifs will, wer da sagt, dafs sich die drei Höhen eines Dreiecks in einem Punkte schneiden, damit nicht nur ein subjektives momentanes Urteil ausdrücken, sondern eine objektive Wahrheit (II, 43/44), — aber damit ist noch nicht gesagt, dafs sein Urteil eine solche Wahrheit ist: könnte es nicht auch lediglich eine auf unserer psycho-physischen Organisation beruhende, vielleicht bei allen Menschen in gleicher Weise sich einstellende, uns freilich unvermeidliche Art und Weise die Sache anzusehen sein? Ja, alles was H., um diese Auffassung abzuwehren, zugunsten der Objektivität der Elemente der reinen Logik anführt: die objektiv identische Bedeutung, die ideale Einheit (Spezies) und Wahrheit, die Schrankenlosigkeit der Vernunft, die Evidenz, die Idealgesetze, welche den Zusammenhang der idealen Möglichkeiten und Unmöglichkeiten regeln und nach ihm zu den Kategorien im objektiven Sinne gehören — sind doch zunächst nur Ansichten, Gedanken, Überzeugungen im Geiste H.s, die als Ergebnisse eines bestimmten, individuell gestalteten psychologischen Kausalzusammenhanges anzusehen sind und als solche von der Psychologie im Prinzip erklärt werden können — erklärt vielleicht als unter dem Zwang bestimmter bei ihm vorhandener psychophysischer Bedingungen notwendig eintretende Täuschungen. So bleiben wir in der Sphäre des Subjektiv-Psychologischen stecken. Der Psychologismus, dem H. entrinnen will, behält das letzte Wort. Dies Ergebnis ist lehrreich, es zeigt, wie unmöglich es ist, einen direkten Beweis dafür zu erbringen, dafs die Gesetze des logischen Denkens eine objektive und allgemeine, von der kausalen Gesetzlichkeit unserer Psyche unabhängige Gültigkeit besitzen. Die Tatsache, dafs alle Erkenntnis aller Wahrheit und ihrer Geltung ein psychischer, bewufstseinsimmanenter Vorgang ist, läfst sich eben nicht ableugnen. Der Psychologismus und der mit ihm unvermeidlich verbundene Subjektivismus kann nur auf indirektem Wege widerlegt werden, indem man zeigt, dafs seine Voraussetzungen und Konsequenzen in sich widerspruchsvoll sind und mit jeder allgemeingültigen Wahrheit auch die des Psychologismus selbst aufheben. Einen derartigen polemischen Beweis habe ich in meinem Buche: Philosophie und Erkenntnistheorie (1893) zu führen gesucht. H. hat, wie schon oben angedeutet, dieses Verfahren auch angewandt (namentlich in den Prolegomena) und seine darauf bezüglichen Ausführungen berühren sich zum Teil sehr eng mit den meinigen, die er nicht gekannt zu haben scheint: aber er macht diese Argumentationsweise nicht mit genügender Schärfe als die allein durchschlagende geltend und führt sie nicht konsequent durch. Es lenkt selbst vielmehr in psychologistische Vorstellungsweisen zurück, aus denen er sich dann in der geschilderten Weise vergeblich loszumachen strebt.

Macht man nun mit der Unabhängigkeit des Logischen vom Psychologischen wirklich ernst, so wird man aber weiter auch nicht mit H. sagen können: „Inwiefern die logischen Gesetze . . auch eine psychologische Bedeutung beanspruchen, und inwiefern auch sie den Lauf des faktischen psychischen Geschehens regeln, ist ohne weiteres klar“ (II, 670). Vielmehr wird man dann gerade hierin eine grofse Schwierigkeit erblicken und sich zu dem Eingeständnis bequemen müssen, dafs die logischen Gesetze nicht zugleich auch als Naturgesetze des Denkens in naturgesetzlicher Weise das den logischen Gesetzen entsprechende Ergebnis herbeiführen — wie das H. an dem Beispiele der Rechenmaschine (I, 68) darzulegen versucht. Stimmte das Beispiel, so wäre unser Geist nichts besseres als eine Rechen- und Denkmaschine, nicht aber ein denkendes, d. h. mit Bewufstsein Gesetze, die es als notwendige erkennt, in seinem Denken befolgendes Wesen. Die Konsequenz der Unabhängigkeit des Logischen vom Psychologischen nötigt uns, einzugestehen, dafs die Art und Weise, wie die Normen der Wahrheit sich im Denken durchsetzen und Anerkennung erzwingen, nicht durch den naturgesetzlichen Zusammenhang der psychischen Vorgänge erklärt werden kann, dafs logische Gesetze keine Naturgesetze sind und dafs die Anerkennung des transzendentalphilosophischen Standpunktes zugleich eine Einschränkung der Domäne der empirischen Psychologie und ihrer Erklärungen bedeutet: die letzteren reichen an das spezifisch Logische und seine Geltung und Wahrheit nicht heran. Auch dieser Gesichtspunkt fehlt nicht ganz bei H., er tritt aber nur gelegentlich auf (z. B. II, 670/671), es überwiegt das Bemühen, beide, den transzendentalphilosophischen und den psychologisierenden Standpunkt, zugleich festzuhalten — was doch nicht möglich ist.

Endlich wird, wer mit H. die objektive und absolute Geltung des Logisch-Notwendigen anerkennt, auch nicht umhin können, ihm einen ontologischen Charakter zuzuerkennen, es als einen unentbehrlichen Zug der metaphysischen Struktur der Wirklichkeit zu betrachten, der darum auch für unser Denken verbindlich ist. In diesem Sinne hatte ich die denknotwendigen analytischen Wahrheiten als „Prinzipien“, d. h. als denknotwendige Züge aller Wirklichkeit überhaupt den blofs tatsächlichen Zügen unserer Welt gegenübergestellt und sie damit zu einem metaphysischen Grundfaktor der Wirklichkeit gemacht. H. aber weicht aller Metaphysik ängstlich aus; die Erkenntnistheorie, die er im Sinne hat, soll vor der Metaphysik und vor der Psychologie liegen (II, 21). Aber hier gibt es, meine ich, nur zwei Möglichkeiten. Entweder man sucht die logischen Gesetze und Notwendigkeiten psychologisch zu begründen und sich mit den Konsequenzen dieses Standpunktes so gut es geht abzufinden, oder man interpretiert sie ontologisch und bringt die Erkenntnistheorie in einen Zusammenhang mit der Metaphysik. Der Versuch, zwischen Psychologie und Metaphysik eine selbständige Region der reinen Logik einzuschieben, hat nach meiner, durch das Studium des H.schen Werkes noch verstärkten Überzeugung doch nur den Erfolg, dafs man sich mit viel Umständlichkeit und einem grofsen Aufwand von Dialektik zwischen zwei Stühle setzt. Die Notwendigkeit, sich an Voraussetzungen metaphysischer Art anzulehnen, wenn man die psychologische Begründung des Logischen ver-

schmäht, macht sich denn auch bei H. tatsächlich überall geltend. Schon die Annahme, daſs es auſser dem eigenen Ich noch andere Subjekte des Erkennens gebe, für welche dieselben Denkgesetze verbindlich und maſsgebend sind, ist eine auf H.s prinzipiellem Standpunkte unerlaubte dogmatisch-metaphysische Voraussetzung, durch die er den logischen Gesetzen bereits eine Art ontologischer Gültigkeit vindiziert. Es bedarf nur noch eines weiteren, nunmehr nicht mehr zu untersagenden Schrittes, um sie zu metaphysischen Weltgesetzen zu machen, eine Konsequenz, die auch bei H. gelegentlich zum Durchbruch kommt, z. B. wenn er die logischen Gesetze zur essenziellen Ausstattung des Seienden gehören läſst (II, 670).

Auf die logisch-erkenntnistheoretischen Einzelheiten (ich kann hier ungeachtet der prinzipiellen Verschiedenheit unserer Standpunkte H. doch in vielem beistimmen) kann ich, wie gesagt, nicht eingehen; die hier von H. verfochtenen Ansichten müssen sich ohnehin in der Bearbeitung der Logik selbst, welche das vorliegende Werk vorbereiten will, erst bewähren, ehe ein endgültiges Urteil über sie gefällt werden kann. Zum Schluſs sei bemerkt, daſs es H. dem Leser nicht eben leicht macht, in seine Ansichten und Absichten einzudringen. Eine bei allem — oft recht spintisierenden — Scharfsinn ziemlich schwerfällige und bei aller Umständlichkeit und Breite doch nicht selten recht undurchsichtige Darstellung, dazu eine zum Teil neue, vielfach nicht eben glücklich gewählte Terminologie erhöht die schon in der Natur der behandelten verwickelten Probleme selbst liegenden Schwierigkeiten des Verständnisses beträchtlich und stellt die Geduld des Lesers, der sich durch die zwei Bände, namentlich durch den zweiten durchzuarbeiten bemüht, des öfteren auf eine harte Probe.

L. Busse (Königsberg i. Pr.).

C. M. Giessler. **Die Grundtatsachen des Traumzustandes.** *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie* 58, 164—182.

Das Charakteristische im Seelenleben des Traumes ist der Zustand der Passivität, der den Willen des Träumenden bei den Szenen und Ereignissen des Traumes ausschaltet.

Es fällt uns zunächst ein Zerfall und Rückgang aller komplizierten Gebilde im Traume auf; der Zerfall bei der Bildung einzelner Vorstellungen zeigt sich besonders darin, daſs bei der Reproduktion die Synthesis der Einheitlichkeit fehlt. Während im wachen Zustande die wesentlichen Merkmale von Vorstellungen gegenüber den unwesentlichen in den Vordergrund treten, miteinander verschmelzen und so dem Vorstellungskomplex das charakteristische Gepräge geben, fällt im Traume der Unterschied zwischen wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen fort, oft treten letztere an die Stelle der ersteren, oft schwinden die Merkmale bis auf einige wenige ganz, unwesentliche Merkmale treten füreinander ein und so bekommen die Vorstellungen ganz andere Bedeutungen.

Auch der Traumleib unterscheidet sich wesentlich von dem Leibe im wachen Zustande. Die Grundlagen des Traumleibes bilden in abnormem Zustande befindliche Organe und kleine Komplexe merklich erregter, peripherer Organe. An diesen reduzierten Leib werden nun vom Träumen-

den andere Körperteile angegliedert, je nachdem dieser, um im Traume Bestimmtes zu erleben und zu vollführen, auch bestimmte Körperhaltungen annehmen mufs. Schliefslich kann der Zerfall des Traumleibes so weit gehen, dafs die wenigen in Erregung befindlichen Organe nicht als zueinander gehörig, sondern als getrennt und unabhängig voneinander aufgefafst werden, so dafs die abgetrennten Teile als selbständige Gebilde vor dem Auge des Träumenden auftauchen.

Ähnlich zerfällt auch die Vorstellung unserer eigenen Persönlichkeit. Da das Persönlichkeitsgefühl seine Quelle und dauernde Nahrung in den Beziehungen des Ich zur umgebenden Welt hat, so wird es sich auch verändern, sobald diese Beziehungen für einige Zeit aufhören, wie dies im Schlafe der Fall ist. Und da der Träumende sich immer nur klar ist über seine Beziehungen zu der im Traume gerade erlebten Situation, so wird diese das Persönlichkeitsgefühl bestimmen. Man fühlt sich daher als Knabe, wenn man von seiner Knabenzeit träumt, u. s. w.

Beim Auftreten von Vorstellungsreihen spielt das Gefühl eine grofse Rolle, das oft den Zerfall aufhält. Daher zerfallen Vorstellungsreihen, die infolge ihres fördernden oder hemmenden Einflusses auf das Leben stark gefühlsbetont sind, nicht, während Vorstellungsreihen, denen dieser Gefühlston fehlt, nicht vollständig reproduziert werden.

Betrachten wir nun, wie das in Zerfall geratene Vorstellungsmaterial sich im Traume entwickelt, so ist folgendes hervorzuheben. Bei Verwertung von Reizen für den Traum im Gebiete der Tast-, Temperatur- und Bewegungsempfindungen ist je nach der Intensität des Reizes zu unterscheiden. Bleibt der Reiz unter der Schwelle, so wird er auf ein Substrat aufserhalb des Traumleibes bezogen. Erreicht ein Reiz diskontinuierlich die Schwelle, so resultieren dunkle Empfindungen. Wird die Schwelle dauernd überschritten, so entstehen wirkliche Empfindungen im Traumleibe.

Werden Empfindungen nicht nur perzipiert, sondern auch apperzipiert, so tritt meistens dabei eine Intensitätserhöhung und Irradiation ein. So können Druckempfindungen zu Schmerzempfindungen werden, so ruft ein Druck auf den Hinterkopf auch das Gefühl eines Druckes auf Stirn und Gesicht hervor.

Eine ähnliche Potenzierung tritt bei der Apperzeption von Gefühlen ein, die zu Affekten gesteigert erscheinen. So werden Ärger zu Hafs und Wut, leichte Unbehaglichkeit zu den heftigsten Schmerzen.

Moskiewicz (Breslau).

Vaschide et Vurpas. **La logique morbide. I. L'Analyse mentale.** Paris, de Rudeval et Cie., 1903. 269 S.

Aus dem Laboratoire de Psychologie expérimentale des Asile de Villejuif ist bereits eine stattliche Anzahl von Arbeiten der genannten Gelehrten hervorgegangen. Die Psychologie hat in den letzten Jahrzehnten dank der neuen Untersuchungsmethoden eine wesentliche Umgestaltung und Vertiefung erfahren, zu nicht geringem Teil durch die Mitarbeit der Psychiater, d. h. durch Verwendung der pathologischen Erscheinungen des Seelenlebens. Dagegen hat die Logik sich seit langer Zeit nicht weiter entwickelt, hauptsächlich, wie Ribot im Vorwort zum vorliegenden Werk mit Recht sagt,

weil die Logiker es liebten, abseits für sich zu bleiben, und die Logik nicht, wie es geschehen mufste, nur für ein wenn auch wichtiges Kapitel der Psychologie anerkennen wollen. In diesem Sinne will das vorliegende Werk aufgefafst sein. Auch dieses nimmt seinen Ausgang von den pathologischen Erscheinungen des Seelenlebens. Daher der Titel: Logique morbide. Der hier vorliegende erste Band ist der Analyse mentale gewidmet, die weiteren Bände sollen sich mit dem Syllogisme morbide, der Émotion morbide und der Création morbide beschäftigen.

Der gesunde normale Mensch lebt psychisch und moralisch, ohne sich viel damit zu beschäftigen, wie er lebt, und warum er gerade so lebt, wie er lebt. Schon anders der mehr kritisch angelegte Mensch. Wesentlich anders aber der unglückliche Mensch, welchen der Dämon der Analyse gepackt hat; er mufs immer und überall nach dem Wie und Warum fragen. Der normale Mensch verarbeitet bald alle neuen Eindrücke etc., kommt rasch wieder ins psychische Gleichgewicht. Der Analytiker nicht; er hat soviel zu fragen und zu forschen, dafs er nie mehr zur Ruhe kommt, dafs er schliefslich in einen Zustand der Verwirrtheit gerät, geisteskrank wird. Mit minutiöser psychologischer Durcharbeitung bringen die Verf. 4 Krankengeschichten. Der erste Kranke analysiert in einem fort sein vegetatives, körperliches Leben, der zweite sein eigenes psychisches Treiben (introspection somatique, resp. mentale). Die beiden folgenden müssen immer beobachten, erklären, was in ihrer näheren oder entfernteren Umgebung vor sich geht, indem sie natürlich alles auf sich selbst beziehen. Alle 4 werden schliefslich verwirrt, geisteskrank. Ein näheres Eingehen auf diese höchst interessante Geschichte ist leider hier nicht möglich. Jeder Mensch mufs analytisch vorgehen; der neue Eindruck mufs empfangen, verarbeitet, mit dem alten psychischen Bestande verbunden werden. Sobald aber die Tendenz zur Analyse einen gewissen Grad übersteigt, leidet das psychische Befinden, der Mensch kommt aus dem psychischen Gleichgewicht. Das Gros der Menschheit ist übrigens geistig so schwach, dafs es überhaupt nicht viel analytisch arbeitet. Pädagogen und die es sonst noch angeht, mögen darauf achten, dafs die Analyse nicht auf Kosten der übrigen Geisteskräfte überwuchert. UMPFENBACH.

ROBERT PUGH. **The Alcalinity of the Blood in Mental Diseases.** *The Journ. of Ment. Sc.* (Jan.), 71—81. 1903.

Verf. benutzt bei seinen Versuchen die von WRIGHT angegebene Methode. Er fand die Alkaleszenz des Blutes physiologisch bei der chronischen Manie, Melancholie und Demenz, vermindert bei Manie, solange die Erregung anhält. Bei Epileptikern fand P. die Alkaleszenz auch in der Zeit zwischen den Anfällen geringer als normal; sie sinkt plötzlich vor den Anfällen, fällt auch nach den Anfällen noch, wie es scheint, je nach der Schwere des epileptischen Anfalls. 5—6 Stunden nach dem Anfall ist die ursprüngliche Alkaleszenz wieder erreicht. P. will gefunden haben, dafs je stärker die Alkaleszenz, destoweniger ein Anfall zu befürchten ist. Es ist bisher nicht gelungen, für längere Zeit die Alkaleszenz des Blutes künstlich zu erhöhen oder auf einer gewissen Höhe zu erhalten. Bei Paralyse ist die Alkaleszenz ebenfalls vermindert, wie es scheint, entsprechend dem Fortschritt der Erkrankung. UMPFENBACH.

O. Zoth. **Ein Beitrag zu den Beobachtungen und Versuchen an japanischen Tanzmäusen.** *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* **86**, 147—176. 1901.

Verf. konnte bei seinen Untersuchungen an Tanzmäusen die Beobachtungen seiner Vorgänger in Bezug auf die charakteristischen Drehbewegungen durchweg bestätigen.

Sowohl die Manègebewegungen, wie der Solotanz und der Walzertanz zu zweien wurden von ihm in der vollkommensten Weise festgestellt.

Hingegen kam Verf. bei der Beurteilung des Gleichgewichtsvermögens der Tanzmäuse zu anderen Resultaten als Alexander und Kreidl (*Pflügers Archiv* 82, referiert *diese Zeitschrift* 28, 54).

Während Alexander und Kreidl beobachtet hatten, dafs die Tanzmäuse auf einer schmalen, horizontalen Stange, die 25 cm über dem Erdboden beide Käfige miteinander verband, nicht zu gehen vermochten, sondern abstürzten, konnte Verf. das Abstürzen der Tanzmäuse dadurch fast gänzlich vermeiden, dafs er die glatte Stange mit Tuch belegte. Offenbar gelang es hierbei den Tieren, mit ihren Zehen und Krallen am Tuche einen Halt zu finden, was ihnen bei ihren schwachen Muskeln an der glatten Stange unmöglich war. Also verminderte Muskelleistung und nicht herabgesetztes Gleichgewichtsvermögen ist die Ursache ihrer Ungeschicklichkeit.

Ebenso erreichte es Verf. durch Bekleiden der Stangen mit Tuch, dafs die Tanzmäuse auf solchen vertikalen Stangen im Hellen heraufkletterten, während Cyon dies nur im Dunklen beobachtet hatte. Auch dies wird daher wohl auf einer verminderten Leistung der Bewegungsorgane und nicht auf mangelnder Fähigkeit der Orientierung beruhen. Auch Gesichtsschwindel bei Tageslicht in gröfserer Höhe konnte Verf. nicht beobachten.

Hingegen konnte er Beobachtungen über das Fehlen jeglichen Drehschwindels bei Kreisbewegungen sowie über das Ausbleiben jeder Reaktion auch auf die lautesten Geräusche völlig bestätigen.

Moskiewicz (Breslau).

Über die Bedeutung von Wortvorstellungen für die Unterscheidung von Qualitäten sukzessiver Reize.

Teil II.

Von

ELEANOR A. McC. GAMBLE und MARY WHITON CALKINS.

Diese zweite Gruppe unserer experimentellen Untersuchungen befaſst sich mit der Bedeutung von Namensvorstellungen für das Bewuſstsein der Gleichheit oder Verschiedenheit aufeinanderfolgender Reize. Die allgemeinere von KÜLPE aufgeworfene Frage, ob irgend welches Erinnerungsbild hier eine Rolle spielt, wird von dieser Untersuchung nicht berührt; doch muſs erwähnt werden, daſs alle unsere Versuchspersonen angegeben haben, daſs das Erinnerungsbild nicht selten im Vergleichen vorkam. Dagegen führen die neuen Untersuchungen von SCHUMANN[1], von BENTLEY[2] und von WHIPPLE[3] zu dem Schluſs, daſs kein Erinnerungsbild — weder bloſse Wiederholung, noch ergänzender Zusatz — ein essentieller Bestandteil des „Gleichsetzens" oder „Unterscheidens" sei.[4]

---

[1] *Diese Zeitschrift* **17**, S. 117 ff. und **30**, S. 241 ff.

[2] *Amer. Journ. of Psychol.* **11**, S. 1 ff.

[3] op. cit. **12**, S. 409 ff. und **13**, S. 219 ff.

[4] Bei diesen Experimenten „waren Urteile ohne die geringste Spur eines Vergleichs so häufig, daſs sie den vorherrschenden Typus für die meisten Beobachter ausmachten" (WHIPPLE, op. cit. **13**, S. 261). Diese Resultate widersprechen also vollkommen der gewöhnlichen Anschauung (die LEHMANN in seinen früheren Schriften, *Philos. Stud.* **5**, S. 110 ff, 118—119, aufgestellt hat), daſs ein gegebener Reiz als einem vorangehenden gleich oder von ihm verschieden nur durch ausdrücklichen Vergleich mit einem Erinnerungsbilde des früheren Reizes beurteilt wird.

Unsere Experimente wurden durch eine Untersuchung, die LEHMANN früher angestellt hat, als die im ersten Teil der vorliegenden Arbeit beschriebene, veranlafst.[1] LEHMANNS Material bestand aus drei Serien von Grau, mit Schwarz und Weifs als Endgliedern. Die Serien bestanden aus je 5, 6 resp. 9 Gliedern. Die Helligkeitsunterschiede waren gleichmäfsig abgestuft. Diese Serien wurden Versuchspersonen vorgelegt, welche einige Semester lang in psychologischem Arbeiten eingeübt waren, aber noch nicht bei Wiedererkennens-Experimenten als Versuchspersonen gedient hatten. Jede Serie wurde in ihrer Reihenfolge gezeigt und dann „nach Verlauf einer kurzen Zeit" (vermutlich während derselben Sitzung) wurden die einzelnen Glieder der Serien in unregelmäfsiger Reihenfolge vorgelegt und die Versuchsperson aufgefordert, die Stellung jedes derselben in der Serie anzugeben. LEHMANNS Resultate sind in folgendem Schema dargestellt:

	B	*A*	*r*	$^0/_0\, r$
5 teil.	5	60	58	96,7
6 teil.	3	34	24	70,6
9 teil.	4	50	23	46,0

„Die Tabelle gibt unter *B* die Anzahl der Beobachter, unter *A* die gesamte Anzahl von Versuchen; *r* ist die Anzahl der richtigen Schätzungen, die des Vergleichs wegen prozentual berechnet ist in der Kolumne $^0/_0\, r$."

LEHMANN[2] führt als Grund dieser Resultate an, dafs wir gewöhnlich nur 3 Namen für die verschiedenen Grau gebrauchen — hellgrau, mittleres oder neutrales Grau und dunkles Grau. „Eben daher", behauptet er, „erkennen wir nur die Glieder der fünfteiligen Skala mit Sicherheit", und diese Glieder ordnen wir richtig, weil „Empfindungen, die so sehr voneinander abweichen, dafs sie mit verschiedenen Namen bezeichnet werden müssen, [daher] nicht leicht verwechselt werden [können]." Die Resultate stimmen, wie angedeutet, mit dieser Behauptung überein. Bei den Serien von neun mag der geringste Prozentsatz von richtigen Fällen auf 37 berechnet werden, wenn man annimmt, dafs jedes Glied mit gleicher Wahrscheinlichkeit richtig wie für jedes Nachbarglied gesetzt wird, die beiden Aufsenglieder

[1] *Philos. Studien* 5, S. 96 f.

[2] *Philos. Studien* 5, S. 135—138.

natürlich nur für je ein Nachbarglied $(2 \cdot {}^1/_3 + 7 \cdot {}^1/_3 = 3\,{}^1/_3)$ $3\,{}^1/_3$ Fälle von 9 = 37 %. LEHMANN weist darauf hin, daſs die Zahl von wirklich erhaltenen richtigen Fällen das Minimum nur um einen „Grenzwert" überschreitet, der gut durch „besondere Assoziationen" erklärt werden kann, die sich wahrscheinlich zwischen einer Nummer und einem Glied der Reihe bilden, wenn eine Skala in ihrer Reihenfolge gezeigt wird. Es ist ein deutlicher Abfall der Zahl der richtigen Fälle gerade von der Serie von 5 zu der Serie von 6. LEHMANN betrachtet diese Resultate als eine Bestätigung seiner Behauptung, daſs das Wiedererkennen einfacher Sinnesempfindungen so gut wie ausschlieſslich ein Wiedererkennen durch Namen oder durch Bestimmung ist (LEHMANNS eigener Ausdruck).

Gegen diese Schluſsfolgerung können zwei Erwägungen geltend gemacht werden. In erster Linie scheint LEHMANN, indem er zu diesem Schluſs kommt, eine Tatsache zu unterschätzen, welche er selbst bei Beschreibung des Experimentes mit Nachdruck betont — die Tatsache nämlich, daſs die Verschiedenheit in den Serien von neun nur halb so groſs ist, wie in den Serien von fünf. LEHMANN übersieht also die Möglichkeit, daſs die Schwierigkeit, eine Serie im Gedächtnis zu behalten, eher im geometrischen als im arithmetischen Verhältnis zu ihrer Länge wächst. Endlich ist das Experiment kein reiner Versuch in qualitativer Unterscheidung. Die Nummer eines Grau in einer Serie von neun anzugeben, bedeutet nicht nur, daſs die Versuchsperson fähig ist, es von dem nächsten Grau zu unterscheiden, sondern auch, daſs sie damit schon eine Nummernbezeichnung assoziiert hat, oder daſs sie fähig ist, im Geiste mehrere Glieder der Serie zu reproduzieren und zu überzählen.

Unsere eigenen Versuche wurden in der Hoffnung unternommen, diese Fehlerquellen vermeiden zu können.[1] Sie zerfallen in zwei Gruppen: einmal wurden die aufeinanderfolgenden Glieder mehrerer, teils benannter, teils unbenannter Grau- oder Blaureihen, zweitens wurden Gerüche aus zwei Gruppen, nicht Serien, in denen die Laboratoriumserfahrung gezeigt hat, daſs die Unterscheidung fehlerhaft ist, miteinander verglichen.

[1] Bei diesen Versuchsreihen dienten Miſs MARY C. SMITH (Assistentin am Wellesley College, psychol. Institut), Miſs G. G. RICKEY und Miſs C. H. CONKLIN, Studentinnen, viel als Experimentatoren.

Die optischen Serien bestanden: 1. in blauen und purpurnen Flüssigkeiten, die so gleichmäſsig wie möglich von dunkel zu hell abgestuft waren, und 2. aus MARBES blauen und grauen photographischen Papieren, die ebenfalls, und zwar durch verschieden lange Belichtung, in ganz gleichmäſsige Abstufungen von dunkel zu hell eingeteilt waren. Es waren neun Glieder in jeder Serie. Die Flüssigkeiten befanden sich in runden Glasflaschen zu 2 Unzen [1] und wurden in Augenhöhe auf eine Entfernung von ca. 2 $^1/_2$ m auf farblosem Hintergrunde und bei durchfallendem Licht gesehen. Die Papiere wurden in Vierecken von 5,08 $\times$ 5,08 cm benutzt und flach auf die Mitte einer völlig schwarzen Tischplatte von 60,96 $\times$ 60,96 cm gelegt. Anstatt die Augen zwischen den einzelnen Reizen zu schlieſsen, hoben die Versuchspersonen einen Schirm von schwarzem Papier vor ihr Gesicht, welchen sie bei dem Worte „Jetzt“ niedersinken lieſsen. Diese Methode wurde angewendet, um den Einfluſs des Helligkeitskontrastes auszuschlieſsen. Das Licht kam von einem hohen Fenster über der rechten Schulter der Versuchsperson.[2]

Die verwendeten Gerüche waren: 1. eine Gruppe von ätherischen Ölen, nämlich Eukalyptus, Fichtennadeln, Rosmarin, Kümmel, Lavendel, Thymian und Rose und 2. eine Gruppe von konzentrierten chemischen Parfums (von der New Yorker Firma Dodge & Olcott), nämlich Aubepine, Caryophyllène, Clematis, Cuir de Russie, Hyazinthe, Levkoye und Syringen.[3]

---

[1] Anm. d. Übers.: Die Flasche enthielt also 57 ccm.

[2] Die farbigen Flüssigkeiten waren Auflösungen von „Diamond dye“ (eine Art amerikanischer Farbe) in Wasser. Die Purpurfarbe wurde aus sogen. „shading dye“ durch Auflösung hergestellt. Konzentrierte, klare Lösungen wurden durch Kochen von 3 g blauer Farbe resp. 15 g Purpurfarbe in 100 ccm Wasser und Durchfiltrieren hergestellt. Das dunkelste Blau enthielt 1 Teil der konzentrierten Lösung auf 11 Teile Wasser und der dunkelste Purpur 1 Teil der konzentrierten Lösung auf 23 Teile Wasser. Jede der anderen Lösungen in jeder Serie enthielt $^2/_3$ soviel von der konzentrierten Lösung, als die nächstdunklere, Diese Bruchteilung wurde nach sehr mühsamen Versuchen mit verschiedenen Proportionen angenommen, weil sie am besten den Erfordernissen des Auges entsprach. Es wurde auch der Versuch gemacht, Serien von roten, grünen und gelben Farben herzustellen, aber in Anbetracht der Änderungen des Farbtones, welche beim Verdünnen der Lösungen auftraten, wieder aufgegeben.

[3] Unglücklicherweise waren die qualitativen Unterschiede zwischen den Gerüchen in den beiden Gruppen etwas ungleich. Zur Zeit, als diese Versuche angestellt wurden, waren wir auf Grund tatsächlicher Verwechse-

Dieselbe Methode wurde bei den grauen und blauen Papieren und bei den Gerüchen angewendet. Jede der beiden entsprechenden Reihen von Reizen, Papiere wie Geruchsstoffe, die eine benannt, die andere unbenannt, wurden jeder Versuchsperson gegeben. Die Grau- und Blau-Arten waren folgendermaſsen benannt: am dunkelsten, sehr dunkel, dunkel, schwach dunkel, neutral, schwach hell, hell, sehr hell, am hellsten. Die ätherischen Öle wurden mit ihren Namen benannt, die Parfums wurden genannt: Caryophyllène (Nelke), Clematis, Levkoye, Aubepine (Hagedorn), Hyazinthe, russisches Leder (Juchten) und Syringen. Die Benennung wurde folgendermaſsen ausgeführt: Die Grau- und Blau-Arten wurden in Reihenfolge, vom dunkelsten beginnend, jedes Papier 5 Sekunden lang gezeigt, dann folgte eine Pause von 55 Sekunden. Die Gerüche wurden in alphabetischer Reihenfolge gegeben, jeder Geruch von dem Moment an, wo der Experimentator der Versuchsperson die Flasche übergab, 10 Sekunden lang; die Pause, von der Zeit an, wo die Versuchsperson die Flasche zurückgab, dauerte 1 Minute. Wenn der Geruchsstoff oder das Parfum übergeben worden war, wurde sein Name deutlich ausgesprochen. Der Hälfte der Versuchspersonen wurde zuerst die benannte Reihe und der anderen Hälfte die unbenannte gegeben. Zwischen dieser Einleitungsprozedur und dem Unterscheidungsversuch selbst war ein Intervall von 3 Minuten bei den Grau-Nuancen und blauen Papieren und eins von 5 Minuten bei den Riechstoffen.

In dem Unterscheidungsversuch wurde jedes Blau oder Grau zum Vergleich mit sich selbst wiederholt und in jeder der zwei möglichen Richtungen, mit dem Grau oder Blau, das ihm in der Reihe am nächsten stand, verglichen. Es waren also im ganzen 25 verschiedene Vergleichungen. Die ganze Reihe wurde in einer Sitzung gemacht und die Summe von 100 Fällen wurde von jeder Versuchsperson in beiden Reihen, der benannten und

---

lungen geneigt, den Kampfer-Fichten-Gerüchen (*B*) Lavendel und Thymian zuzurechnen, welche Zwaardemaker unter „Minzen" klassifiziert und ebenso Raute, die er in seiner Klassifikation überhaupt nicht erwähnt. Tatsächlich wurde in diesen einzelnen Experimenten niemals Thymian mit Rosmarin, noch Raute mit Eukalyptus verwechselt. Von den Parfums wurde Hyazinthe niemals mit Caryophyllène, Levkoye, Cuir de Russie noch Syringen verwechselt.

der unbenannten, erhalten. Jeder Geruch wurde mit sich selbst und mit jedem anderen Glied seiner Gruppe in jeder der zwei möglichen Reihenfolgen verglichen. Zwanzig Paare von Reizen, aufs Geratewohl aus den 49 möglichen Kombinationen ausgewählt, wurden in einer Sitzung verglichen. Bei diesem Experiment machte jede Versuchsperson auch 100 Vergleiche von benannten und 100 von unbenannten Reizen. Natürlich wurde die Reihenfolge der zum Vergleich gewählten Reizpaare systematisch variiert, sowohl in der visuellen, als auch in der Geruchsserie. Die Intervalle der Exposition und diejenigen zwischen den verglichenen Reizen waren 5 Sekunden, resp. 55 Sekunden lang für die Grau- und Blau-Nuancen und 10 resp. 60 Sekunden für die Gerüche. Die Schätzungen für die Gerüche lauteten nur: „gleich“ und „verschieden“; für die Grau und Blau wurden als Schätzungen die Bezeichnungen: „gleich“, „heller“ und „dunkler“ verlangt.

Eine nur wenig verschiedene Methode wurde bei den gefärbten Flüssigkeiten angewandt. Um zu verhüten, dafs das Schema der Namen von einer Reihe von Farben auf die andere übertragen wurde, gaben wir die unbenannte Serie immer zuerst. Dies Vorgehen hatte immerhin den Fehler, den Vorteil der Übung in jedem Falle für die benannte Serie zu geben. Eine andere wichtige Abänderung der Methode war das Einteilen der Serien von 9 in Gruppen von je 3, von welcher das mittelste Glied von jeder Versuchsperson 10 mal mit sich selbst und 10 mal in wechselnder Reihenfolge mit jedem Glied der anderen Gruppe verglichen wurde. Dies Verfahren erwies sich als ratsam infolge der verschiedenen Durchsichtigkeit der hellsten, der mittleren und der dunkelsten Flüssigkeiten. Ein weniger wichtiger Unterschied war, dafs die Versuchsperson veranlafst wurde, das Schema der Namen logisch zu lernen, indem ihr zum Zwecke der Erläuterung nur das hellste, dunkelste und mittelste Glied der schon verwendeten Serien gezeigt wurde. Die Expositionszeit betrug 2 Sekunden, das Intervall zwischen den Reizen 58 Sekunden und das Intervall zwischen zwei Vergleichungen 30 Sekunden. Die Zahl der in einer Sitzung gemachten Vergleiche wechselte.

Bei der Hälfte der Beobachter bei den Versuchen mit Papieren stellten die Grau-, bei der anderen Hälfte die Blau-Nuancen die unbenannten Reize dar; und die entsprechende Variation wurde mit den farbigen Flüssigkeiten und den Ge-

rüchen gemacht. In all den Reihen der Reize waren die Unterschiede deutlich mehr als eben merklich, sogar mit Erinnerungsintervallen von einer Minute. Die visuellen Unterschiede müssen immerhin kleiner gewesen sein als jene, die LEHMANN sogar in seinen Serien von 9 gebrauchte, da die Extreme dieser Serien schwarz und weifs waren, während unsere dunkelsten und hellsten grauen und blauen Farben weit entfernt von schwarz und weifs waren.

Den Prozentsatz der richtigen Gleichsetzungen und Unterscheidungen zeigt die folgende Tabelle. Die Versuchspersonen waren Studenten der Psychologie im zweiten Jahreskursus.

Tabelle I.

Die relative Genauigkeit des Vergleichs der mit Namen versehenen und der nicht mit Namen versehenen Empfindungen.

Reize	Die mit Namen versehenen Reihen		Die nicht mit Namen versehenen Reihen	
	Zahl der Fälle	Richtige Fälle %	Zahl der Fälle	Richtige Fälle %
Kampfergerüche	210	87,1	200	82,5
Künstliche Parfume	200	85,5	200	80,5
Graue Papiere	294	67,7	200	75,0
Blaue Papiere	124	76,6	400	69,7
Blaue Flüssigkeiten	360	73,6	180	78,3
Purpur-Flüssigkeiten	180	78,9	360	72,5

Es könnte beim ersten Blick auf diese Tabelle scheinen, als ob die Resultate der Experimente absolut negativ wären, da in nur 4 Fällen von 6 dieselbe Gruppe von Reizen, wenn sie benannt ist, besser unterschieden wird, als wenn sie unbenannt ist, und da die Unterschiede zwischen den benannten und den unbenannten Gruppen so gering sind. Wenn man beachtet, dafs jede sehr kleine Gruppe (2 oder 3) von Versuchspersonen eine Reihe von Farben oder Gerüchen als „benannt“ und die andere Reihe als „unbenannt“ hatte (so dafs, wenn man die Versuchspersonen und nicht die Reize, wie auf der Tabelle, vergleicht,

87,1 % gegenüberzustellen sind 82,5 % u. s. w.), so ist es klar, erstens, dafs in 5 von 6 Fällen eine gegebene Gruppe von Versuchspersonen einen nur wenig höheren Prozentsatz von richtigen Fällen für die benannte, als für die entsprechende, unbenannte Gruppe von Reizen hatte, und zweitens, dafs die Unterschiede zwischen den Prozentsätzen für dieselbe Gruppe von Reizen, ob benannt oder unbenannt, reichlich auf Grund von individuellen Verschiedenheiten in der Unterschiedsempfindlichkeit der Versuchspersonen erklärt werden können.

Wenn wir ferner die Resultate der einzelnen Versuchspersonen mit den Berichten vergleichen, welche sie von ihren Selbstbeobachtungen gaben, nachdem beide Serien vollendet waren, erhalten wir eine Bestätigung des Schlusses, dafs, da die Vielfältigkeit der Assoziationen bei allem Erinnern von Wert ist, der Name nur als eine Assoziation, keineswegs mehr, in solchen Experimenten zählt. Von den 4 Versuchspersonen, welche einen systematischen Versuch machten, das Schema der gegebenen Namen zu benutzen, hatten 2 eine gröfsere Zahl richtiger Fälle in den benannten und zwei in den unbenannten Serien. Immerhin erfanden beinahe alle Versuchspersonen spontan ein mehr oder weniger vollständiges, eigenes Namenschema. Die eine Versuchsperson, welche ausdrücklich den Gebrauch von Worten verschmähte, war merkwürdigerweise sorgfältiger in den benannten, als in den unbenannten Serien.

Tabelle II.

Irrtumsrichtung in dem Vergleich der mit Namen versehenen und der nicht mit Namen versehenen Empfindungen.

Reize	Reiz wiederholt				Reiz verschieden			
	Die mit Namen versehenen Reihen		Die nicht mit Namen versehenen Reihen		Die mit Namen versehenen Reihen		Die nicht mit Namen versehenen Reihen	
	Zahl der Fälle	Falsche Fälle %	Zahl der Fälle	Falsche Fälle %	Zahl der Fälle	Falsche Fälle %	Zahl der Fälle	Falsche Fälle %
Farbige Flüssigkeiten	180	52,8	180	43,3	360	10,0	360	15,3
Farbige Papiere	150	42,7	180	33,3	268	22,0	320	25,3

Tabelle II zeigt zunächst, dafs bei den optischen Experimenten die gröfsere Zahl der Irrtümer vorkam, wenn der Reiz wiederholt wurde; mit anderen Worten, dafs der Fehler, denselben Reiz für einen anderen zu halten, öfter gemacht wurde, als der entgegengesetzte. Bei den Gerüchen herrschte derselbe Irrtum vor und dürfte teilweise auf Wirkung der Ermüdung zurückzuführen sein. Aber das hauptsächliche Vorherrschen des Irrtums, sowohl für Farben wie Gerüche, beruht zweifellos auf der Richtung der Erwartung.

Tabelle II zeigt in zweiter Linie, dafs in den optischen Versuchen eine gröfsere Anzahl von Irrtümern in der benannten, als in der unbenannten Serie vorkam, wenn der Reiz wiederholt wurde; und dafs, im Gegenteil, eine gröfsere Zahl von Irrtümern in der unbenannten Serie gemacht wurde, wenn der Reiz verschieden war. Man ist daher gezwungen, zu schliefsen, dafs, soweit diese etwas rohen Versuche überhaupt eine Beweiskraft besitzen, ihr Resultat vollständig gegen die Voraussetzung spricht, dafs das Lautbild des Namens der Erkennung einfacher Reize dient. Andererseits scheinen unsere Resultate darauf hinzuweisen, dafs das Wortbild zum Zustandekommen des Verschiedenheitsbewufstseins in den Fällen, wo kein Unterschied existiert, mitwirkt. Infolge einer Unterlassung in den Protokollen kann ein Vergleich, wie der eben angestellte, im Falle der Gerüche nicht ausgeführt werden.

Drei zufällige Resultate sollen schliefslich notiert werden:

Bei den optischen Experimenten wurde die zweite Farbe häufiger „dunkler“ als „heller“ genannt. Diese Tatsache stimmt mit dem Schlufs von Bentley überein, dafs graue und farbige Objekte, die im Tageslicht gesehen und reproduziert werden, dazu neigen, sich im Erinnerungsbild aufzuhellen. Das Übergewicht war jedoch nicht deutlich.

Es kamen viel mehr Reproduktionen mit den Gerüchen, als mit den Farben vor, teilweise weil die Farben einer gegebenen Serie, welche alle im Ton gleich waren und nur in bezug auf Helligkeit und Sättigung differierten, nicht so viel verschiedenartige Vorstellungen reproduzierten, wie die Gerüche. Die Reproduktionen bei den Gerüchen waren hauptsächlich solche von anderen Geruchsempfindungen.

Es ist bemerkenswert, dafs die Gerüche nicht allein assoziationsreicher sind, sondern auch richtiger erkannt und unter-

schieden werden, als die Farben. Doch kann diese Richtigkeit des Urteils betreffs der Gerüche nicht mit Sicherheit der Anzahl der Reproduktionen beigemessen werden, da es direkt daher rühren kann, daſs es gröſsere Unterschiede zwischen den Gerüchen, als zwischen den Farben gibt.

Die aus diesem Teil der Versuche zu ziehenden Schlüsse sind daher: 1. daſs assoziierte Wortvorstellungen weder für das Bewuſstsein der Gleichheit, noch für das der Verschiedenheit wesentlich sind, daſs aber 2. bei Experimenten dieser Art solche Wortvorstellungen die Tendenz haben, das Bewuſstsein der Verschiedenheit zu befördern, dagegen das Bewuſstsein der Gleichheit zu verhindern. Da die Beobachter wahrscheinlich eine Änderung des Reizes erwarteten, läſst sich diese zweite Tatsache sehr leicht durch die Annahme erklären, daſs beim Vergleichen von Sinnesqualitäten das reproduzierte Wortbild lediglich die Aufgabe hat, die Erwartung zu verstärken.

Diese dem zweiten Teil der vorliegenden Arbeit angehörenden Experimente sind überdies mit den Problemen des ersten Teiles eng verbunden. Denn einerlei, ob das Bewuſstsein der „Gleichheit" mit dem der „Bekanntheit" identisch sei[1] oder nicht, so sind die beiden jedenfalls eng verknüpft. Wenn also zum Bewuſstsein der Gleichheit nicht notwendigerweise eine Wortvorstellung gehört, dann wird man doch kaum behaupten können, daſs das Bewuſstsein der Bekanntheit solcher Wortvorstellung bedarf. So scheint also die vorliegende Untersuchung über die Bedeutung von Wortvorstellungen den Satz zu bestätigen, daſs das Wiedererkennen nicht lediglich auf reproduzierten Vorstellungen beruht.

[1] Dies ist die Annahme Lehmanns und dasselbe scheint von Bentley (op. cit.) und Whipple (cf. *Amer. Journ. of Psychol.* **13**, S. 260. 1902) gelehrt zu werden.

(Eingegangen am 27. Juli 1903.)

(Aus dem Physiologischen Laboratorium der Kaiserl. Universität Charkow.)

Beitrag zur Lehre des intermittierenden Lichtreizes der gesunden und kranken Retina.

Von

Dr. med. E. P. Braunstein,
Privatdozent an der Kaiserlichen Universität Charkow.

Einleitung.

Jede Gesichtsempfindung klingt allmählich an, verschwindet nicht gleichzeitig mit der Ursache, durch welche sie hervorgerufen worden ist, sondern bleibt im Auge noch eine Zeitlang erhalten und klingt allmählich ab. Wenn wir z. B. einen beleuchteten Gegenstand ansehen und dann die Augen schliefsen, so sehen wir noch eine Zeitlang das Nachbild desselben. Es gibt positive und negative Nachbilder. Das positive Nachbild ist die Fortsetzung der durch den primären Reiz hervorgerufenen Netzhauterregung; das negative Nachbild ist, wie man annimmt, das Resultat der veränderten Erregbarkeit der Retina infolge der durch den primären Reiz hervorgerufenen Ermüdung. Bezüglich der Dauer des Nachbildes, seines Entstehungsortes und seiner Beziehungen zum primären Lichtreiz gibt es in der Wissenschaft noch keine festgestellten Gesetze. Das Nachbild ist kein einfaches, durch Verlängerung des Lichteindrucks hervorgerufenes Produkt, sondern eine ziemlich komplizierte Erscheinung. Nach Brücke gesellt sich hier zu der abklingenden primären Netzhauterregung eine ganze Reihe von subjektiven, aufeinander folgenden positiven und negativen Nachbildern hinzu. Alle Forscher stimmen darin überein, dafs auf die primäre Empfindung sehr rasch, ungefähr nach $^1/_5$ Sekunde, eine mehr oder minder lange sekundäre Empfindung folgt. In

neuerer Zeit hat man sich zum Gegenstand sorgfältiger Forschung die Erscheinung des sekundären positiven Nachbildes des bewegten leuchtenden Punktes gemacht, welche unter dem Namen des sekundären PURKINJEschen Nachbildes bekannt ist; die englischen Gelehrten bezeichnen diese Erscheinung als recurrent vision. Die bezüglichen Untersuchungen haben zu Resultaten geführt, die einander widersprechen. Nach den Beobachtungen mancher Autoren ist die sekundäre Lichtempfindung von der primären durch ein deutliches dunkles Zwischenstadium getrennt, während andere Autoren dieses Stadium nicht bemerkt haben wollen. Nach der Ansicht der meisten Forscher ist die sekundäre Empfindung in eine Farbe gefärbt, die dem primären Eindruck gegenüber als Ergänzungsfarbe erscheint, nach der Ansicht anderer Autoren in eine gleichnamige. Nach den neuesten Untersuchungen von J. v. KRIES[1] wird die primäre Empfindung durch Erregung der Zapfen, die spätere sekundäre durch Erregung der Stäbchen bedingt. Dieser Autor fand, dafs das positive Nachbild in einem sehr kleinen Fixationsgebiet der Retina, die der Fovea centralis entspricht, fehlt, dafs nach längerer Adaptation das Zwischenstadium, welches der sekundären Empfindung vorangeht, verschwindet, und dafs die Farbe der sekundären Empfindung eine Ergänzungsfarbe ist. Nach HESS[2] sind die Nachbilder in allen Teilen der Retina, unabhängig von dem Zustande der Adaptation, gleich, und die Farbe der sekundären Empfindung ist keine Komplementärfarbe, sondern eine gleichnamige. Wenn schon in der Frage des einfachen Nachbildes fixierter oder bewegter leuchtender Punkte sich so widersprechende Ansichten bestehen, so ist die Lehre von dem intermittierenden Lichtreiz, wo sich zu der ersten Empfindung und seinem sekundären Nachbild, das abzuklingen noch nicht vermocht hat, eine ganze Reihe aufeinander folgender neuer Empfindungen gesellt, noch verwickelter. Es ist schon seit lange bekannt, dafs, wenn die Intervalle der einzelnen, rasch aufeinander folgenden Lichtreize so klein sind, dafs das Nachbild

[1] Über die Wirkung kurzdauernder Lichtreize auf das Sehorgan. *Abhandlungen zur Physiologie der Gesichtsempfindungen* 2. Leipzig, Barth, 1897. Sonderabdruck aus *Zeitschrift f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* 12, 81 ff.

[2] Experimentelle Untersuchungen über die Nachbilder bewegter leuchtender Punkte. *Graefes Archiv für Ophthalmologie* **44,** Abt. 3. 1897.

noch nicht abgeklungen ist, wenn auf dieselbe Stelle der Netzhaut schon ein weiterer Lichtreiz einzuwirken beginnt, im Auge eine ununterbrochene Lichtempfindung zurückbleibt. Als Beispiel kann die glühende Kohle dienen, die bei rascher Kreisbewegung den Eindruck eines ununterbrochenen Feuerkreises macht. Aus demselben Grunde nimmt man bei Drehung von Kreisen, die aus weifsen und schwarzen Sektoren zusammengesetzt sind, eine gleichmäfsige graue Oberfläche wahr. Auf dieser Eigenschaft unseres Auges, einzelne Gesichtsempfindungen, die von kurzer, aber von in gewissem Sinne ausreichender Dauer sind, zu einem ganzen Gesichtsbilde zu verschmelzen, beruht die Konstruktion einer ganzen Reihe von optischen Apparaten, wie das Stroboskop, der Thaumatrop, das Phänakistoskop und der neueste, der Kinematograph. Desgleichen ist der galizische Volkslehrer SZCZEPANIK bei der Konstruktion seines Telelektroskops, eines Apparats, der es ermöglicht, auf Entfernungen die Bilder von Gegenständen mittels Elektrizität zu übertragen, von der besprochenen Eigenschaft unseres Auges ausgegangen. Die Lehre des intermittierenden Lichtreizes hat schon seit jeher die Physiologen interessiert. Manche Gesetze dieses Reizes sind schon vor mehreren Jahrzehnten erforscht worden (das Gesetz von TALBOT-PLATEAU). Nichtsdestoweniger sind viele Seiten dieser Lehre noch nicht aufgeklärt, und wir stofsen hier auf Erscheinungen, welche uns sogar paradox erscheinen. So besteht z. B. die Beobachtung, dafs bei der Drehung eines aus weifsen und schwarzen Sektoren zusammengesetzten Kreises zur Erzielung eines gleichmäfsigen grauen Grundes bei schwacher Beleuchtung eine geringere Drehgeschwindigkeit erforderlich ist, als bei guter Beleuchtung, während man doch a priori hätte erwarten können, dafs mit der Verringerung der Intensität des Lichtreizes sich auch die Intensität und die Dauer des Nachbildes verringern müsse, und umgekehrt. Diese Erscheinung zu erklären, wurde erst nach den Experimenten von MARBE[1] möglich; bis dahin hatte man dem Umstande wenig Aufmerksamkeit entgegengebracht, dafs mit der Abschwächung der Beleuchtung beim Gebrauch von Kreisen mit weifsen und schwarzen Sektoren die Differenz zwischen beiden aufeinander folgenden

---

[1] Theorie des TALBOTschen Gesetzes. *Wundts Philosophische Studien* 12, S. 279.

Reizen sich verringert, während die Verringerung der Differenz zwischen einzelnen Reizen, wie experimentell erwiesen ist, das Verschmelzen der Empfindung begünstigt.

Kurz, die Lehre des intermittierenden Lichtreizes der Retina ist noch nicht ganz ausgearbeitet. Was nun die Frage des intermittierenden Lichtreizes der kranken Retina betrifft, so ist dieselbe in der Wissenschaft noch fast von niemandem in Angriff genommen worden. In der Literatur ist ein Hinweis enthalten, dafs FILEHNE[1], der an einer Tabakamblyopie gelitten hatte, mit intermittierenden Lichtreizen an seinen eigenen Augen Beobachtungen angestellt hat. Ferner können wir auf die zufällige Beobachtung von v. KRIES[2] hinweisen, der bei einem an Hemeralopie leidenden Patienten das Fehlen des sekundären PURKINJEschen Nachbildes konstatiert hat. Man kann schon a priori annehmen, dafs die kranke Retina auf intermittierende Reize anders reagieren mufs, da durch die genauen Untersuchungen von TREITEL[3] und anderen Gelehrten festgestellt ist, dafs die Lichtempfindung der kranken Retina sowohl in bezug auf die Reizschwelle, wie auch in bezug auf die Unterschiedsempfindlichkeit verändert ist. Aufserdem fand unsere Annahme in folgenden theoretischen Betrachtungen wirksame Unterstützung. Der Übergang des intermittierenden Lichtreizes in eine ununterbrochene Empfindung stellt eine Erscheinung dar, die in gewissem Sinne dem ununterbrochenen Tetanus eines Muskels analog ist, der bei längerer intermittierender Reizung des Muskels entsteht. Diese Analogie geht noch weiter.[4] So wie der Muskel unter gewissen Umständen durch einzelne aufeinander folgende starke Kontraktionen rascher in Ermüdungszustand versetzt wird, als durch Tetanus, so ermüdet nach den Untersuchungen von BRÜCKE auch die Retina stärker bei Einwirkung von intermittierendem Licht beim Flimmern desselben, als beim Verschmelzen des Lichtreizes zu einer ununterbrochenen Empfindung (flackerndes Licht ist dem Auge bekanntlich sehr unangenehm). Ferner ist durch vergleichende physiologische Untersuchungen erwiesen, dafs je

---

[1] Über die Entstehung des Lichtstaubes, der Starblindheit und der Nachbilder. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* 21, Abt. 2, S. 1.

[2] l. c.

[3] Weitere Beiträge zur Lehre von den Funktionsstörungen des Gesichtssinnes. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* 37, Abt. 2, S. 178—180.

[4] Lehrbuch der Physiologie von Prof. J. BERNSTEIN. 1894. S. 624.

vollkommener die Struktur eines Muskels, desto gröſser die Anzahl der einzelnen Reize sein muſs, die empfangen werden können, ohne daſs sie zu einer ununterbrochenen Empfindung verschmelzen; je höher differenziert der Muskel ist, desto mehr einzelne Kontraktionen können erzeugt werden, ohne daſs sie zu einer einzigen tetanischen Kontraktion verschmelzen (TRUTOWSKI[1] aus dem Laboratorium von W. DANILEWSKI). Dieses physiologische Gesetz besteht nun nach W. DANILEWSKI zu Recht nicht nur in bezug auf den Muskel, sondern auch in bezug auf das Nervensystem, sowie speziell in bezug auf die physiologische Funktion der Gehirnrinde. Manche Beobachtungen, wie z. B. solche über Hypnose, können die vorstehenden Ausführungen bestätigen. Die Leichtigkeit des Zusammenflieſsens von Empfindungen ist das Resultat einer mangelhaften Entwicklung der analytischen Funktion des Gehirns. Diese Beobachtungen aus der vergleichenden Physiologie geben uns ein gewisses Recht, die aprioristische Hypothese aufzustellen, daſs die kranke Retina, die zweifellos infolge pathologischer Störungen sowohl eine Veränderung ihrer anatomischen Struktur, wie auch eine Störung des physiologischen Gleichgewichts erleidet, bis zu einem gewissen Grade die Vollkommenheit ihrer Organisation einbüſst und infolgedessen hinsichtlich ihrer funktionellen Eigenschaften eine Analogie mit den Nerven oder der Retina eines Tieres darbietet, welches sich auf einer niedrigeren Stufe der biologischen Stufenleiter befindet. Würde sich diese auf rein theoretische Betrachtungen aufgebaute Hypothese als begründet erweisen, und würden die Retina oder deren Centren in der Tat zur Gewinnung einer ununterbrochenen Empfindung aus intermittierenden Lichtreizen für ein und denselben Zeitabschnitt einer anderen Quantität von Reizen benötigt sein als die gesunde Retina, so würden wir darin einerseits noch ein bis jetzt unbekanntes Symptom der Retinaerkrankung und andererseits eine neue diagnostische Methode der funktionellen Augenuntersuchung haben: die analytische Funktion der Retina würde als sehr feines und empfindliches Reagens dienen können, und die Leichtigkeit der Verschmelzung der Empfindungen würde eine Erkrankung der Retina, ihrer Centren oder des N. opticus schon zu einer

---

[1] Beitrag zur Lehre der physiologischen Wirkung häufiger elektrischer Entladungen auf Herz, Nerven und Muskeln. Charkow 1897. [Russisch.]

Zeit der Diagnose zugänglich machen, zu der das weder die ophthalmoskopische noch die gewöhnliche funktionelle Untersuchung ermöglicht.

Die historische Übersicht der Lehre des intermittierenden Lichtreizes habe ich vor einigen Jahren in einer Arbeit[1] veröffentlicht. Wir wissen, was für Widersprüche die Ansichten der Gelehrten hinsichtlich dieses wichtigen Gebietes der Augenphysiologie aufweisen. Schon in der Grundfrage selbst, nämlich in der Frage, bei welcher Intermittenzzahl die periodischen Reize zu einer permanenten Empfindung zusammenfliefsen, bestehen zahlreiche, einander widersprechende Ansichten. Während diese Zahl nach Helmholtz[2] und Exner[3] 24 Unterbrechungen in der Sekunde beträgt, gibt Emsmann[4] eine solche von 48, Plateau[5] eine solche von 60, Aubert[6] eine solche von 50 Unterbrechungen in der Sekunde an; nach Filehne[7] steigt diese Zahl entsprechend der Zunahme der Sektorenzahl und zwar infolge des Einflusses der Konturenbewegung. Der Einflufs der Konturenbewegung wird von Bellarminoff[8], Marbe[9] und Baader[10] bestätigt, von Schenck[11] aber in Abrede gestellt, wobei letzterer Autor der Meinung ist, dafs in der Beobachtung Filehnes die Bewegung der Augen eine Rolle spiele. Desgleichen gehen die Meinungen der Autoren hinsichtlich einer anderen wichtigen Frage, nämlich derjenigen, ob die Breite des weifsen und schwarzen Sektors von Einflufs ist, auseinander. Nach der Ansicht Plateaus[12] und Helmholtz'[13] ist für die Verschmelzung der periodischen Reize

---

[1] Zur Lehre der intermittierenden Reizung der gesunden und kranken Netzhaut. *Bericht der medizinischen Gesellschaft zu Charkow.* 1899. [Russisch.]

[2] Handbuch der Physiologischen Optik. II. Aufl., S. 483.

[3] *Repert. d. Physik* **20**, S. 344 und *Pflügers Archiv* **20**, S. 614.

[4] *Poggendorfs Annalen* **89**, S. 611. 1853.

[5] *Poggendorfs Annalen* **20**, S. 304.

[6] Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. S. 351.

[7] l. c.

[8] Über intermittierende Netzhautreizung. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **35**, Abt. 1, S. 25.

[9] Theorie des Talbotschen Gesetzes. *Philosophische Studien* **12**, S. 279.

[10] Über die Empfindlichkeit des Auges für Lichtwechsel. Inaug.-Diss. Freiburg 1891.

[11] *Pflügers Archiv f. Physiologie* **64**, S. 165.

[12] l. c.

[13] l. c.

zu einer permanenten Empfindung das Verhältnis zwischen der Breite des weißen und derjenigen des schwarzen Sektors gleichgültig, wenn nur die weißen und schwarzen Sektoren in gleicher Zahl vorhanden sind. Demgegenüber soll die Zahl der Unterbrechungen nach den Untersuchungen von FILEHNE [1] bei Sektoren von verschiedener Breite bei gleicher Helligkeit des grauen Grundes (wenn die weißen Sektoren von gleicher Breite sind wie die schwarzen) verschieden sein. Die Angaben von PLATEAU und HELMHOLTZ werden auch durch die Untersuchungen von MARBE [2] in bezug auf den Einfluß der Dauer der Reize und deren Differenz auf die Entstehung der permanenten Empfindung widerlegt.

In der Frage von der scheinbaren Intensität der permanenten Empfindung, die sich aus intermittierenden und periodischen Reizen zusammensetzt, bekennen sich fast sämtliche Autoren zum Gesetz von PLATEAU-TALBOT-HELMHOLTZ. Die Genauigkeit dieses Gesetzes, welche von A. FICK [3] angefochten wird, ist von A. KLEINER [4] bestätigt worden. Die Ansicht HENRYS [5] von der Abhängigkeit dieser Intensität von der Drehgeschwindigkeit des Kreises wird durch die Untersuchungen von Dr. KATZ [6] widerlegt.

In der Frage des Einflusses der mittleren Helligkeit auf die Intermittenzzahl stehen die verschiedenen Ansichten in krassem Widerspruch zueinander: nach BAADER [7] vergrößert die Steigerung der mittleren Helligkeit die Intermittenzzahl, d. h. sie behindert das Auftreten der permanenten Empfindung; demgegenüber soll die Steigerung der mittleren Helligkeit nach MARBE das Zustandekommen der permanenten Empfindung im Gegenteil begünstigen. Dieses Gesetz, welches durch die letzte Arbeit

[1] l. c.

[2] l. c.

[3] Über den zeitlichen Verlauf der Erregung in der Netzhaut. *Archiv für Anatomie und Physiologie* S. 739. 1863.

[4] Physiologisch-optische Beobachtungen. *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* 18, S. 542. 1878.

[5] Lois d'établissement et de persistance de la sensation lumineuse, déduites des recherches nouvelles sur les disques rotatifs. *Comptes rendues de l'Academie des sciences* S. 604. 1896.

[6] *Westnik ophthalmologie* S. 246. 1897. [Russisch.]

[7] l. c.

von MARBE[1] selbst gewissermaſsen erschüttert wurde, wird von SCHENCK in Schutz genommen. Bezüglich der Intermittenzzahl, die für jede Farbe bei der Drehung von aus schwarzen und farbigen Sektoren zusammengesetzten Kreisen erforderlich ist, fanden PLATEAU[2] und in Übereinstimmung mit ihm BELLARMINOFF[3], daſs nach der weiſsen Farbe die gröſste Intermittenzzahl für die gelbe, dann für die rote, für die grüne (nach BELLARMINOFF), blaue Farbe, sowie für violett (nach BELLARMINOFF) erforderlich ist, während EMSMANN[4] an erster Stelle statt der weiſsen die gelbe Farbe anführt.

In der Frage der Differenz, die für intermittierende Empfindungen zwischen dem Zentrum und der Peripherie der Retina besteht, begegnen wir gleichfalls keiner Übereinstimmung der Ansichten. Während nach den Beobachtungen von RUPP[5] die Intermittenzzahl, welche für das Auftreten einer permanenten Empfindung erforderlich ist, für die Peripherie kleiner ist als für das Zentrum, ist nach den Untersuchungen von EXNER[6] die Intermittenzzahl im Gegenteil für die Peripherie gröſser als für das Zentrum. BELLARMINOFF[7] fand nun wiederum, daſs bei schwacher und mittlerer Beleuchtung die Intermittenzzahl für alle Farben, den Angaben EXNERS entsprechend, für die Peripherie gröſser als für das Zentrum, dagegen bei intensiver Beleuchtung für das Zentrum gröſser als für die Peripherie ist.

In der Frage, wo die permanente Empfindung gebildet wird, in der Retina oder in den mehr zentral liegenden Teilen des Nervensystems, sind die Gelehrten gleichfalls uneinig: nach EXNER[8] kommt das positive Nachbild in der Retina zustande; FILEHNE[9] verlegt dasselbe nach dem Zentralnervensystem, während MARBE[10] der Ansicht ist, daſs die Grundlage des TALBOTschen

[1] Neue Versuche über intermittierende Gesichtsreize. *Philosophische Studien* **13**, S. 106.

[2] l. c.

[3] l. c.

[4] l. c.

[5] Über die Dauer der Nachempfindung an den seitlichen Teilen der Netzhaut. Inaug.-Dissertation. Königsberg 1869.

[6] Bemerkungen über intermittierende Netzhautreizung. *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* 3. Jahrg., S. 214. 1876.

[7] l. c.

[8] *Repert. der Physik* **20**, S. 344.

[9] l. c.

[10] *Philosophische Studien* **12**, S. 279.

Gesetzes sowohl durch zentrale wie auch durch peripherische Prozesse bedingt ist.

Kurz, es geht aus den vorstehenden Ausführungen deutlich genug hervor, wie verschieden die Ansichten der Forscher in bezug auf die verschiedenen Fragen der Lehre der intermittierenden Lichtreizung noch sind, und wie sehr weitere Untersuchungen in dieser Richtung erforderlich sind.

Die Arbeit, welche den Fachgenossen vorzulegen ich mir hiermit erlaube, entstammt aus dem physiologischen Laboratorium der Universität zu Charkow und verdankt ihre Entstehung der Anregung des Herrn Prof. W. Danilewski, der im Jahre 1893 sich selbst mit der Frage der intermittierenden Lichtreizung im Laboratorium des Herrn Prof. v. Kries beschäftigt hatte. Die Resultate seiner Arbeit sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht worden und haben den Anstofs zu meinen Untersuchungen gegeben, die bezweckten: 1. einige noch nicht vollkommen genau ausgearbeitete Punkte der Lehre der intermittierenden Lichtreizung der Retina klarzulegen und 2. festzustellen, wie die Retina in ihren verschiedenen pathologischen Zuständen auf die intermittierende Lichtreizung reagiert.

Methoden und Technik der Untersuchungen.

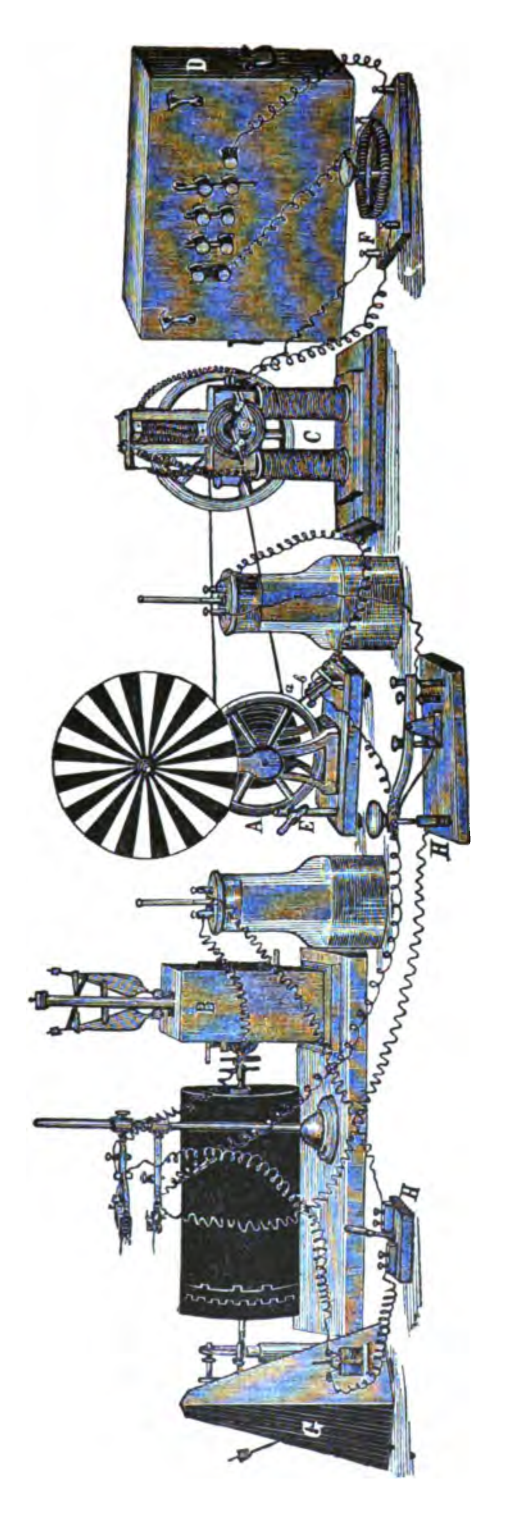
Die Apparate, deren wir uns bei unseren Experimenten bedient haben, bestanden erstens aus einer Vorrichtung zur Erzeugung von intermittierendem Licht, zweitens aus Maschinen, welche diese Vorrichtungen in Betrieb zu setzen hatten und drittens aus Apparaten zur Registrierung der Beobachtungen.

Das intermittierende Licht erzeugten wir mittels rotierender Kreise. Letztere wurden aus dickem Blech oder dickem Karton angefertigt. Auf diese Kreise wurde dickes, weiches, glanzloses Papier, auf dem mittels schwarzer Farbe Sektoren verschiedener Breite und in verschiedener Anzahl gezeichnet wurden. Zu demselben Zwecke wurden weifse oder geschwärzte Kreise verwendet, auf denen die Sektoren in Form von Zwischenräumen ausgeschnitten waren. Zur Erzeugung von intermittierendem buntem Licht gebrauchten wir das Rothesche bunte Papier; letzteres wurde auf Metallkreise aufgeklebt, worauf auf demselben mittels schwarzer Farbe verschiedene Sektoren gezeichnet wurden. In anderen Fällen bedienten wir uns der Spektralfarben.

Um die rotierenden Kreise in Bewegung zu setzen, gebrauchten wir die Rotationsmaschine von Kries-Baader (*A* auf der beigefügten Abbildung), welche 2 Räder hat. Das untere gröfsere Rad ist mit einem kleinen Stiftchen mit knöchernem Köpfchen (*a*) versehen. Dieses Stiftchen berührt bei jeder Umdrehung des Rades ein federndes Plättchen (*b*) und schaltet, indem es letzteres seitwärts schiebt, den Strom aus. Der Hebel des elektrischen Chronographen (*c*), der mit dem federnden Plättchen in Verbindung steht, notiert bei Ausschaltung des Stromes jede Radumdrehung am rauchgeschwärzten Zylinder des Kymographen (*B*). Die Bewegungen des unteren Rades, auf dem sich der Kontaktunterbrecher befindet, werden mittels Schnur dem oberen Rade übermittelt, auf welches die rotierenden Kreise angeschraubt werden. Das Verhältnis der Radii der beiden Räder ist dermafsen gestaltet, dafs das obere Rad 6,9 Umdrehungen, wenn das untere nur eine Umdrehung macht. Die Rotationsmaschine wurde bei Baader durch einen Wassermotor betrieben. Wir gebrauchten zu diesem Zwecke einen Elektromotor (*C*), der durch einen Akkumulator (*D*) betrieben wurde. Um die Drehgeschwindigkeit zu regulieren, haben wir uns bei unseren ersten Experimenten der Hemmvorrichtung (*E*) bedient, welche aus einem weichen Kissen (*F*) besteht, das mittels Schraube gegen das untere Rad gedrückt wird, dessen Drehung sich dadurch verlangsamt; später haben wir zu diesem Zwecke einen Metallrheostaten eingeschaltet (*F*), mit dessen Hilfe die Drehgeschwindigkeit regelmäfsiger, gleichmäfsiger und geläufiger reguliert werden kann.

Zur Registrierung der Beobachtungen benutzten wir den Kymographen von Baltzar, auf dessen rauchgeschwärzten Zylinder die Umdrehungen des unteren Rades notiert und zugleich mittels Metronomen (*G*) oder mittels elektrischer Stimmgabel die Zeit aufgetragen wurde. Das Metronom schaltete einerseits den Strom jede Sekunde oder jeden bestimmten Teil einer Sekunde ein und aus, andererseits war es mit einem elektrischen Allarmapparat verbunden, dessen Hebel das Chronogramm schrieb.

Bei der Mehrzahl der Versuche benutzten wir statt des Metronoms eine Stimmgabel, deren 20 Vibrationen 1 Sekunde entsprachen. Der Strom wurde jedem registrierenden Teile von einem Grenaisschen Elemente zugeführt. In jede Leitung wurde


D
F
C
A
E
H
B
H
G

ein Quecksilberschlüssel (*H*) eingeschaltet, mit dessen Hilfe man jeden Augenblick den Strom unterbrechen konnte. Man erhielt auf diese Weise auf dem Zylinder 2 Kurven; auf der einen entsprachen je 20 Vibrationen einer Sekunde; auf der anderen entsprach jede Stromausschaltung einer Umdrehung des unteren Rades. Kennt man die Umdrehungszahl des unteren Rades in einer Sekunde, so erhält man, indem man diese Zahl mit 6,9 multipliziert, die Umdrehungszahl, welche der am oberen Rade befestigte rotierende Kreis in der Sekunde zurücklegt, und indem wir die neue Zahl mit der Zahl der auf dem Kreise gezeichneten Sektoren multiplizieren, erhalten wir die Intermittenzzahl (*I*) für eine Sekunde. Indem wir die Leitung im Elektromotor schliefsen, setzen wir den rotierenden Kreis in Bewegung und bringen gleichzeitig den Zylinder des Kymographen in Rotation. Sobald das Flimmern der weifsen und schwarzen Sektoren aufhört und die Empfindung eines gleichmäfsigen grauen Grundes eintritt, wird der Strom mittels des Schlüssels geschlossen. Jede Umdrehung des Rades wird dann auf dem Zylinder durch den Hebel gezeichnet. Nach einiger Zeit setzen wir die Drehgeschwindigkeit durch Steigerung des Widerstandes des Rheostaten herab und schalten beim ersten Auftreten von Flimmern den Strom aus.

Die Untersuchungen wurden entweder in einem hellen Zimmer mit 3 Fenstern oder in einem vollständig dunklen Zimmer mit schwarz angestrichenen Wänden und Decken ausgeführt. Die Beobachtungen wurden durch Röhren, die von innen vollständig geschwärzt waren und 5—10 mm im Querdurchmesser hatten, oder durch eine $^1/_2$—1 mm breite Spalte in einer schwarzen Scheibe bezw. Karton, gemacht. Um die Röhre rasch von der Peripherie zum Zentrum des Kreises fortbewegen zu können, wurde die Röhre in einen hölzernen Rahmen gestellt, der die Form eines Schlittenapparats hatte und von einem Ende zum anderen sich leicht hin- und herbewegen liefs. Der Schlittenapparat war mit einem Mafsstab versehen, auf dem man leicht abzählen konnte, in welcher Entfernung vom Zentrum des Kreises die Beobachtungen gemacht wurden.

Physiologischer Teil.

I. Einflufs der Sektorenzahl.

Indem wir vor allem den Einfluſs der Sektorenzahl auf die Zahl der Unterbrechungen (Reizungen) pro Sekunde, die zur Herbeiführung einer permanenten Empfindung erforderlich ist, in Erfahrung zu bringen suchten, machten wir Beobachtungen mit Kreisen, die in eine verschiedene Zahl von weiſsen und schwarzen Sektoren gleicher Gröſse eingeteilt waren: auf einem Kreise war ein weiſser und ein schwarzer Sektor zu je 180 gezeichnet, auf einem anderen waren 2 schwarze und 2 weiſse Sektoren zu je 90, auf einem dritten 4 weiſse und 4 schwarze Sektoren zu je 45 u. s. w., bis zu 32 weiſsen und 32 schwarzen Sektoren. Ich habe auch Versuche mit Kreisen gemacht, auf denen 62 und noch mehr Sektoren gezeichnet waren; ich sehe aber von der Mitteilung der betreffenden Experimente ab, weil bei einer so groſsen Sektorenzahl nicht ganz beständige und genaue Zahlen herauskommen. Die Beobachtungen machte ich bei zerstreutem Tageslicht an meinen eigenen Augen, sowie an den Augen einiger Kollegen mit normaler Sehschärfe und normaler Refraktion. Wir suchten es nach Möglichkeit so einzurichten, daſs die Augen vor der Beobachtung eine ausreichende Zeit im Ruhezustande verblieben. Desgleichen wurde nach einigen Beobachtungen stets eine ausreichende Erholungspause eingeschaltet. Tabelle I stellt die Zahl der Unterbrechungen pro Sekunde (I) dar, die für das nicht ermüdete Auge zur Gewinnung einer ununterbrochenen Empfindung bei verschiedener Sektorenzahl erforderlich waren. I (Intermittenzzahl) erhält man durch Multiplizierung der Umdrehungszahl des Kreises pro Sekunde mit der Zahl der weiſsen (resp. bunten) Sektoren; sie zeigt die Zahl der Unterbrechungen des Lichtreizes an, d. h. wievielmal in der Sekunde eine gewisse Stelle der Netzhaut eine Reizung empfing, oder einfacher: I ist die Häufigkeit des Reizes per Sekunde, die erforderlich ist, um ein Zusammenfliefsen der Empfindungen herbeizuführen; sie ist höher als diejenige Grenze, bei der unser Auge die Teilbarkeit der Empfindungen resp. Reize noch unterscheidet. Es ist klar, daſs für die wechselnden Bedingungen der Beobachtung die Gröſse I dieser Unterschiedsempfindlichkeit proportional ist; sie dient als Ausdruck der

letzteren. Die Beobachter waren: Dr. BRAUNSTEIN, TRUTOWSKI und ZESLINSKI. Die Beobachtungen wurden durch eine von innen geschwärzte Röhre von $^1/_2$ cm im Durchmesser gemacht.

Tabelle I.

BRAUNSTEIN		TRUTOWSKI		ZESLINSKI	
Sektorenzahl	Intermittenzzahl	Sektorenzahl	Intermittenzzahl	Sektorenzahl	Intermittenzzahl
1	25	1	24	1	23
2	30	2	29	2	27
4	42	4	40	4	38
8	55	8	52	8	49
16	66	16	61	16	60
32	74	32	70	32	72

Diese Tabelle zeigt, dafs mit der Zunahme der Sektorenzahl die Intermittenzzahl zunimmt, was durch die Beobachtungen von FILEHNE, Prof. BELLARMINOFF und BAADER durchaus bestätigt wird. Immerhin unterscheiden sich unsere Resultate einigermafsen von denen FILEHNES und BAADERS. Letztere Autoren erhielten bei 2—8 Sektoren eine gleiche Intermittenzzahl, während nach unseren Beobachtungen die Intermittenzzahl langsam steigt: schon bei 2 Sektoren ist sie gröfser als bei einem Sektor, bei 4 gröfser als bei 2 u. s. w.

Um festzustellen, ob die Zunahme der Intermittenzzahl bei Zunahme der Sektorenzahl vom Einflufs der Konturenbewegung nach FILEHNE oder vom Einflufs der Augenbewegung, wie SCHENCK annimmt, abhängt, haben wir eine Reihe von Beobachtungen durch Spalten im schwarzen Karton von 1 und $^1/_2$ mm Breite angestellt. Der Schlitz wurde parallel zur Richtung der Sektoren eingestellt. Bei der Beobachtung durch den 1 mm breiten Schlitz kommt der Einflufs der Sektoren noch nicht zur Geltung, wenn auch die gewonnenen Zahlen niedriger als diejenigen sind, die bei der Beobachtung durch die Röhre erhalten werden. Macht man aber die Untersuchungen durch einen noch schmäleren Schlitz, z. B. durch einen $^1/_2$ mm breiten Schlitz, so erweist sich die SCHENCKsche Beobachtung als richtig (cf. Tabelle II).

Tabelle II.

Braunstein		Zeslinski		Karataschow	
Sektorenzahl	Intermittenzzahl	Sektorenzahl	Intermittenzzahl	Sektorenzahl	Intermittenzzahl
1	37	1	34	1	38
2	37	2	34	2	38
4	36	4	34	4	38
8	38	8	34	8	39
16	37	16	35	16	38
32	36	32	35	32	38

Wenn auch dieses Experiment die Richtigkeit der Schenckschen Ansicht, dafs die besprochene Beobachtung Filehnes nur durch die Augenbewegung bedingt wird, nicht vollkommen bestätigt, so beweist doch dasselbe immerhin, dafs das Filehnesche Phänomen bei verbesserter Fixation fehlt. Schenck suchte die Richtigkeit seiner Ansicht durch das Experiment mit einem Kreise zu beweisen, auf dem 2 konzentrische Ringe und in diesen je 6 schwarze und 6 weifse Sektoren gezeichnet waren, bei welchem Experiment er gefunden hat, dafs das Zusammenfliefsen im inneren Ring, in dem sich die Konturen langsamer bewegen, früher eintritt als im äufseren, in dem die Bewegung der Konturen eine weit raschere ist. Dieses Experiment entkräftet nach Schenck die Bedeutung der Konturenbewegung im Filehneschen Phänomen und bestätigt den Einflufs der Augenbewegung auf das Auftreten der permanenten Empfindung; das leichtere Zusammenfliefsen im inneren Ring geschieht nach Schenck dadurch, dafs es uns schwieriger ist, den Bewegungen der Konturen des inneren Ringes als denjenigen der Konturen des äufseren zu folgen. Unter diesen Umständen erachten wir es für nötig, folgende Experimente mitzuteilen, welche Prof. W. J. Danilewski noch im Jahre 1893 ausgeführt hat: Wenn man durch eine ziemlich breite Röhre von 15 mm im Durchmesser (oder auch ohne Röhre) einen rotierenden Kreis, beispielsweise einen solchen mit 8 weifsen und 8 schwarzen Sektoren, fixiert, so kann man leicht beobachten, dafs, während der peripherische Teil des Kreises schon gleichmäfsig grau erscheint, in der Nähe des Zentrums ceteris paribus noch deutliches Flimmern wahrgenommen wird. Diese Differenz ist desto krasser,

je weiter das Zentrum und die Peripherie voneinander entfernt sind, und je gröfser die Zahl der auf dem Kreise gezeichneten Sektoren ist. Es ist klar, dafs die Gröfse I (Intermittenzzahl) unter den bezeichneten Umständen für die zentralen Teile (c) des Kreises gröfser sein mufs als für die peripherischen (p), um ein Zusammenfliefsen zu bewirken. Nach der Zahl der Sektoren, nach der mittleren Helligkeit, nach der Winkelgeschwindigkeit und nach der Dauer des Lichtreizes unterscheiden sich beide Teile c und p nicht voneinander. Wohl aber unterscheiden sie sich durch die lineäre Geschwindigkeit der Bewegung der Sektoren, und es versteht sich von selbst, dafs diese Geschwindigkeit je näher zum Zentrum desto geringer sein und das Auge desto leichter dieser Bewegung folgen und sie aufnehmen wird; daraus ergibt sich ein Hindernis für das Zusammenschmelzen der Empfindungen, daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer gröfseren Rotationszahl für c. Es ist klar, dafs beim Sehen im p und c durch ein und dieselbe genügend breite Röhre die Zusammensetzung des Gesichtsfeldes stark differiert. Um dieses Moment klarzustellen, hat Prof. W. J. Danilewski 2 Röhren gegen p und c mit Spalten eingestellt, die nach Form und Breite den Sektorenteilen in diesen fixierten Teilen genau entsprachen. (Der Kreis wurde in 16 Sektoren eingeteilt.) Es stellte sich nun heraus, dafs ein Verschmelzen in p und c bei ein und derselben Rotationszahl zu stande kommt, d. h. I bleibt fast unverändert. Dasselbe Resultat wurde beim Sehen durch eine sehr schmale Röhre oder durch eine Spalte, namentlich bei nicht besonders starker Beleuchtung erhalten. Dabei wäre hervorzuheben, dafs das Flimmern der Sektoren dann leichter aufgenommen wird, wenn die schmale und genügend lange Spalte, durch welche man beobachtet, nicht parallel, sondern perpendikulär zu den Sektoren angeordnet ist. Augenscheinlich wirkt hier als Ursache die Möglichkeit der Augenbewegung (die Konturenbewegung zu „verfolgen“) im letzteren Falle. Die Experimente des Herrn Prof. W. J. Danilewski habe auch ich wiederholt und dasselbe Resultat erzielt. In den zentralen Teilen des Kreises kommt das Verschmelzen später, d. h. bei gröfserer Intermittenzzahl zu stande als im peripherischen (cf. Tabelle III).

Schon bei freier Beobachtung ohne Röhre an Kreisen mit 8, 16 oder 32 Sektoren sind bei der Rotation in den zentralen Teilen des Kreises noch sehr deutlich die Konturen der

Tabelle III.

Sektorenzahl	Intermittenzzahl	
	Zentraler Teil des Kreises	Peripherischer Teil des Kreises
4	34	32
8	43	40
16	52	48
32	68	62

flimmernden Sektoren zu sehen, während in den peripherischen schon ein Verschmelzen stattgefunden hat. Am besten gelingt es, diese Erscheinung zu konstatieren, wenn man die Beobachtung durch eine Röhre anstellt, die in einem hölzernen Rahmen in Form eines Schlittenapparats von einem Ende des Kreises zum anderen geschoben wird, oder wenn man die Beobachtung durch 2 Röhren macht, die gegen den zentralen und peripherischen Teil des Kreises eingestellt sind. Diese Resultate stimmen mit den Angaben SHERRINGTONS[1] überein, der gleichfalls gefunden hat, daſs das Verschmelzen in den peripherischen Teilen des Kreises früher stattfindet als in den zentralen. SCHENCK sucht die Angaben SHERRINGTONS zu widerlegen, indem er die Vermutung ausspricht, daſs letzterer zwei Erscheinungen miteinander verwechselt hat: nämlich das Flackern, d. h. den Zustand, in dem der Kreis eben zu dämmern beginnt, sämtliche Konturen aber noch deutlich zu sehen sind, mit dem Flimmern, d. h. mit dem Zustande, in dem die Konturen schon gar nicht mehr zu sehen sind; jedoch ist diese Vermutung SCHENCKS wenig begründet. Es ergibt sich somit, daſs das Experiment, mit dessen Hilfe SCHENCK zu beweisen suchte, daſs die verlangsamte Konturenbewegung das Verschmelzen nicht behindert, gegenstandslos ist.

Das leichtere Verschmelzen in den peripherischen Teilen des Kreises kann man nicht ausschlieſslich auf den Einfluſs der Augenbewegung zurückführen. Das wird dadurch bewiesen, daſs man, wenn man bei freiem Beobachten die Augenbewegung durch Fixierung irgend eines in der Mitte zwischen Zentrum und Peripherie des Kreises liegenden Punktes ausschlieſst, bei

[1] *Journal of Physiology* 21, S. 165.

gewisser Drehgeschwindigkeit deutlich das Flimmern des zentralen Teiles und den gleichmäfsigen grauen Grund der Peripherie des Kreises gleichzeitig wahrnimmt. Es ist klar, dafs selbst bei Beseitigung der Augenbewegung durch Fixation der Einflufs der Konturenbewegung noch zur Geltung kommt. Auch MARBE[1] gibt an, dafs er den Einflufs der Konturenbewegung auch in einem Falle hat konstatieren können, wo Augenbewegungen genügend ausgeschlossen gewesen sein sollen. Etwas ganz anderes erhält man, wenn man das Auge zur besseren Fixation veranlafst und gleichzeitig den Bestand des Gesichtsfeldes verändert (resp. verringert), wie z. B. in folgendem Experiment: Stellt man vor einem mit weifsen und schwarzen Sektoren versehenen Kreise, der Richtung der Sektoren parallel, eine Spalte im schwarzen Karton von nur $^1/_2$ mm Breite ein, und beobachtet man durch eine geschwärzte Röhre, die vom Zentrum des Kreises zur Peripherie geschoben wird, so erhält man für das Zentrum und für die Peripherie eine vollständig gleiche Intermittenzzahl (cf. Tabelle IV). Dasselbe erhält man bei Beobachtung durch eine punktförmige Öffnung im schwarzen Karton, wenn man denselben in gewisser Entfernung vom Auge hält, damit das Gesichtsfeld kein sehr grofses ist.

Tabelle IV.

Sektorenzahl	Intermittenzzahl	
	Peripherie des Kreises	Zentrum des Kreises
4	37	37
8	37	37
16	37	37
32	37	37

Alle diese Beobachtungen lassen uns anerkennen, dafs im bekannten Phänomen FILEHNES aufser der Augenbewegung auch noch der Bestand des Gesichtsfeldes eine Rolle spielt, d. h. die Zahl der Teilungslinien, welche im jeweiligen Moment auf ein und dieselbe Partie der Retina fallen. Letzterer Umstand kann nicht nur infolge des Einflusses des gleichzeitigen Kontrastes,

[1] *Philosophische Studien* **14**, S. 393.

der von SCHENCK selbst erwiesen ist, von Bedeutung sein, sondern auch infolge der Veränderung der Gröfse des Gesichtsbildes auf der Retina. In seiner 9. Mitteilung über intermittierende Netzhautreizung gelangte SCHENCK[1] zu dem Satze, dafs für die intermittierende Netzhautreizung mit Hilfe der aus abwechselnden weifsen und schwarzen Sektoren bestehenden Kreiselscheiben 2 verschiedene Perioden in Betracht kommen: 1. die durch den Periodenwechsel bedingte Periode; 2. die auf Ungleichmäfsigkeiten (Zeichenfehlern, ungleichmäfsiger Lichtreflexion von verschiedenen Stellen) der Scheibe beruhende Periode. Bei Scheiben mit wenigen Sektoren stören die Ungleichmäfsigkeiten der Scheibe nicht oder wenig, bei Scheiben mit vielen Sektoren werden die Ungleichmäfsigkeiten der Scheibe bemerkbar und bedingen, dafs man die Scheibe schneller drehen mufs, als die Zahl der Sektoren entspricht. Die Tabelle IV, wo die Beobachtungen mit wenigen und vielen Sektoren eine gleiche Intermittenzzahl geben, ist nicht mit dieser Lehre SCHENCKS in Einklang zu bringen.

II. Der Einflufs der Beleuchtungsintensität und der mittleren allgemeinen Helligkeit.

In Anbetracht des Widerspruchs, der in den Ansichten mancher Forscher hinsichtlich des Einflusses der Beleuchtungsintensität und der allgemeinen Helligkeit auf das Auftreten der ununterbrochenen Empfindung besteht, haben wir in dieser Richtung eine Reihe von Untersuchungen nach folgender Methode ausgeführt: In einem vollständig dunklen Zimmer mit geschwärzten Wänden und Decke wurde der oben beschriebene Apparat mit rotierenden Kreisen untergebracht. Zur Beleuchtung diente ein elektrisches Lämpchen oder eine Stearinkerze mit ebensolcher federnder Vorrichtung wie im FÖRSTERschen Photometer. Das Lämpchen oder das Licht befanden sich innerhalb eines undurchsichtigen Metallzylinders mit runder Öffnung von 20 mm im Durchmesser. Diese Öffnung konnte durch eine bikonvexe Linse geschlossen werden, mittels der die parallelen Lichtstrahlen auf den rotierenden Kreis gerichtet wurden. Zur Änderung der Beleuchtungsintensität dienten Diaphragmen mit verschiedenen runden Öffnungen, welche in den Rahmen vor

---

[1] *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* 82, S. 192. 1900.

der Linse hineingestellt wurden. Die von uns mittels dieser Methode gewonnenen Resultate ergeben, dafs die Intermittenzzahl, welche zur Herbeiführung einer ununterbrochenen Empfindung erforderlich ist, mit der Verstärkung der Beleuchtung zunimmt (cf. Tabelle V). Diese Befunde bestätigen die von PLATEAU, HELMHOLTZ, AUBERT und BAADER gemachten Beobachtungen (für aus weifsen und schwarzen Sektoren bestehende Kreise).

Tabelle V.

Beleuchtungs-intensität	Intermittenz-zahl
$^1/_{256}$	12
$^1/_{128}$	14
$^1/_{64}$	16
$^1/_{32}$	18
$^1/_{16}$	20
$^1/_{8}$	24
$^1/_{4}$	30
$^1/_{2}$	38
1	44

Bezüglich des Einflusses der allgemeinen mittleren Helligkeit führt MARBE den zwischen ihm und BAADER bestehenden Widerspruch darauf zurück, dafs BAADER, der die aus weifsen und schwarzen Sektoren bestehenden Kreise verschieden beleuchtete, eine Vergröfserung der Intermittenzzahl nicht infolge einer Veränderung der allgemeinen mittleren Helligkeit bekam, sondern infolge einer Vergröfserung der Differenz der Reize, da ein schwarzer Sektor, dessen Helligkeit fast 0 beträgt, bei der Steigerung der Beleuchtungsintensität sehr wenig an Helligkeit zunimmt. Infolgedessen haben wir beschlossen, das Experiment dadurch zu modifizieren, dafs wir statt 2 Kreise mit weifsen und schwarzen Sektoren 2 Kreise anwendeten, von denen der eine zur Hälfte weifs und zur Hälfte grau, der andere zur Hälfte schwarz, zur Hälfte grau war. Die graue Farbe wird von solcher Nuance genommen, dafs sie ihrer Helligkeit nach die Hälfte der Helligkeit des weifsen Sektors ausmacht. Das ist leicht dadurch zu erreichen, indem man einen Kreis in Drehung setzt, auf dem 180 Grade schwarz und 180 Grade weifs sind. Man wählt dann aus grauem Papier verschiedener Nuance dasjenige, das seiner

Helligkeit nach der Helligkeit des grauen Grundes des Kreises gleicht. Bezeichnet man die Helligkeit des schwarzen Sektors mit 0, die des weifsen Sektors mit 1, so wird die Helligkeit des grauen Sektors $^1/_2$ ausmachen. Die Differenz in der Helligkeit der beiden Sektoren (resp. der Reizunterschied) ist folglich in unseren beiden Kreisen gleich und beträgt $^1/_2$, während die mittlere allgemeine Helligkeit des ersten Kreises $\frac{1 + {^1/_2}}{2} = {^3/_4}$, die des zweiten $\frac{{^1/_2} + 0}{2} = {^1/_4}$ beträgt, d. h. die mittlere allgemeine Helligkeit des ersten Kreises ist dreimal so grofs als diejenige des zweiten. Werden nun bei zerstreutem Tageslicht beide Kreise in Bewegung gesetzt, so braucht der erstere, dessen Helligkeit dreimal so grofs ist, eine geringere Intermittenzzahl zur Herbeiführung einer permanenten Empfindung als der zweite, dessen Helligkeit geringer ist, wie dies aus dem Nachstehenden hervorgeht:

	Intermittenzzahl
Kreis mit 180° weifsen und 180° grauen (mittlere allgemeine Helligkeit = $^3/_4$)	31
Kreis mit 180° grauen und 180° weifsen (mittlere allgemeine Helligkeit = $^1/_4$)	34

Diese Beobachtung bestätigt vollkommen die Richtigkeit der Marbeschen Schlufsfolgerung, dafs die Steigerung der mittleren allgemeinen Helligkeit die Intermittenzzahl herabsetzt, d. h. das Verschmelzen der Empfindungen begünstigt. Das von mir gewonnene Resultat steht aber im Widerspruch mit dem von Marbe aufgestellten neuen Satze, dafs einer gleichen Differenz der Gesichtsreize ungefähr eine gleiche Dauer der Unterbrechungen entspricht. Jedoch ist dieses Gesetz von Schenck widerlegt worden, der im Gegenteil fand, dafs mit der Zunahme der mittleren Intensität die Dauer der Unterbrechungen steigt resp. die Intermittenzzahl sich verringert, mit anderen Worten: das Verschmelzen tritt früher ein. Schenck erhielt für eine sehr verschiedenartige Zahl von Kombinationen, wo die Differenz zwischen je zwei Gesichtsreizen die gleiche war, stets eine geringere Intermittenzzahl dort, wo die mittlere Intensität gröfser war; nur für die von mir erwähnte Kombination von 180 Graden weifsen + 180 Graden grauen bezw. 180 Graden

grauen + 180 Graden schwarzen hat SCHENCK eine gleiche Intermittenzzahl gefunden. Dieser schwer verständliche Widerspruch zwischen der einen Kombination und vielen anderen ceteris paribus zusammengestellten Kombinationen kann ich nur auf einen Beobachtungsfehler zurückführen. Ein solcher Fehler ist nach SCHENCK selbst sehr leicht möglich, indem er sagt: „Wenn nun der Reizunterschied in den Versuchen so groſs ist, daſs für die gewählten Kombinationen das Minimum der kritischen Periodendauer schon fast erreicht ist, dann ist es begreiflich, daſs erhebliche Unterschiede bei den verschiedenen mittleren Reizintensitäten nicht auftreten und die unerheblichen Unterschiede durch Beobachtungsfehler verdeckt sein können.“ Dem von mir erzielten Resultat widerspricht nicht die oben erwähnte Beobachtung, daſs die Verstärkung der Beleuchtung bei Anwendung von Kreisen aus weiſsen und schwarzen Sektoren die Intermittenzzahl vergröſsert, weil dies, wie schon MARBE hervorgehoben hat, voll und ganz auf die Steigerung der Reizdifferenz zurückzuführen ist. Darin liegt die Ursache der in der Einleitung erwähnten wunderlichen Erscheinung, die darin besteht, daſs bei schwacher Beleuchtung, bei der die Reizintensität sich zweifellos verringert und sich dementsprechend folglich auch die Intensität und Dauer des Nachbildes verringert, die ununterbrochene Empfindung nichtsdestoweniger früher eintritt.

III. Einfluſs des Reizunterschieds.

Auf den Übergang des intermittierenden Reizes in eine ununterbrochene Empfindung ist die Differenz der aufeinander folgenden Reize von Einfluſs. Es ist schon früher erwähnt worden, daſs mit der Verstärkung der Beleuchtung die Intermittenzzahl für einen Kreis mit einem weiſsen und einem schwarzen Sektor sich vergröſsert, und daſs dies durch die Veränderung des Reizunterschieds bedingt wird. Bezeichnen wir die Helligkeit des schwarzen Sektors mit 0, die des weiſsen mit 1, so wird mit der Verstärkung der Beleuchtung um 2-, 4-8mal u. s. w. die Reizdifferenz in beiden Fällen sich gleichfalls entsprechend vergröſsern und 2, 4, 8 u. s. w. betragen. Daſs die Vergröſserung des Reizunterschieds das Verschmelzen der Empfindung behindert, während die Verringerung des Reizunterschieds im Gegenteil dasselbe begünstigt, kann man anschaulich aus unserer nachstehenden Beobachtung ersehen: 2 Kreise, von

denen der eine 180 Grade weifsen und 180 Grade schwarzen, der andere 180 Grade weifsen und 180 Grade grauen hat, werden parallel bei verschiedenen Beleuchtungsgraden untersucht. Der Reizunterschied ist im ersten Kreise gröfser als im zweiten, und dementsprechend ist die Intermittenzzahl für den ersten Kreis gröfser.

Tabelle VI.

Kreis mit 180° weifsen und 180° schwarzen Anstrichs		Kreis mit 180° weifsen und 180° grauen Anstrichs	
Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl	Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl
1/32	13	1/32	11
1/16	15	1/16	13
1/8	18	1/8	16
1/4	20	1/4	18
1/2	25	1/2	22
1	27	1	24

Die mitgeteilten Befunde, die mit den Anschauungen von Kleiner, Marbe und Schenck über den Einflufs des Reizunterschieds auf das Verschmelzen übereinstimmen, fanden auch Bestätigung in den Beobachtungen von W. J. Danilewski, die er im Jahre 1893 ausgeführt hat: Er nahm 2 Kreise, einen schwarzen und einen weifsen, beide mit radialen Einschnitten; indem er durch den Einschnitt einen Kreis in den anderen einfügte, konnte er einen weifsen Sektor von beliebiger Gröfse (natürlich einen einzelnen) auf schwarzem Grund bekommen. Indem er nun den weifsen Sektor 90°, dann 45° und schliefslich 22,5° grofs gestaltete und den Verschmelzungsmoment bestimmte, fand W. J. Danilewski, dafs die Intermittenzzahl sich dabei verringerte (47—43—39), d. h. dafs die Verschmelzung rascher stattfand, bezw. dafs eine gröfsere Anzahl von Lichtreizen erforderlich war. Es ist klar, dafs unter den geschilderten Bedingungen des Versuches die Reizdauer sich verringerte. Trotz dieses letzteren Umstandes, der augenscheinlich für die Verschmelzung ungünstig ist, wurde letztere doch bei der Verkleinerung des Sektors erleichtert. Es versteht sich von selbst, dafs je gröfser der weifse Sektor, desto langsamer der Kreis gedreht werden mufs, d. h. desto kleiner mufs die Intermittenzzahl sein, damit die Dauer

des Lichtreizes dieselbe, unverändert bleibe. Eine einfache Berechnung zeigt jedoch, daſs für die oben angegebene Gröſse des Sektors und der Intermittenzzahl die Dauer des Lichtreizes beim Sektor von 90° — $^1/_{188}$ Sekunde, für den von 45° — $^1/_{344}$ Sekunde und schlieſslich für den von 22,5° — $^1/_{624}$ Sekunde betrug. Es muſste somit für die Grenzintermittenzzahl die Intervallgröſse zwischen den einzelnen Reizen, die für das Zustandekommen der Verschmelzung erforderlich ist, eine um so gröſsere sein, je geringer die Dauer des Lichtreizes war. Natürlich geht die Grundbedingung darauf hinaus, daſs bei geringer Reizdauer die Empfindung das Maximum nicht zu erreichen vermag; mit anderen Worten: unter dieser Bedingung geht alles auf eine Verringerung der Empfindungsdifferenz des weiſsen und schwarzen Sektors hinaus. Je geringer die Differenz der Nachreize, desto leichter kommt augenscheinlich die Verschmelzung zu stande, desto geringer ist die Intermittenzzahl.

IV. Einfluſs der Form, der Anordnung der Sektoren und der Gröſse des Gesichtsfeldes.

Die von uns in dieser Richtung ausgeführten Experimente haben ergeben, daſs sowohl die Form und Anordnung der Sektoren, wie auch die Gröſse des Gesichtsfeldes auf die Intermittenzzahl von Einfluſs ist. Nach allem, was wir vom Einfluſs des Reizunterschieds auf die Verschmelzung der Empfindungen gesagt haben, geht klar hervor, daſs die Form und Anordnung der Sektoren von Einfluſs auch sein müssen, da beide Momente Veränderungen im Reizunterschied bedingen. In seiner 7. und 8. Mitteilung hat Schenck[1] den Satz aufgestellt, „daſs eine ganz mit abwechselnd schwarzen und weiſsen Sektoren erfüllte Kreiselscheibe geringere Umdrehungsgeschwindigkeit nötig hat, um gleichmäſsig auszusehen, als ein nur zur Hälfte mit gleichmäſsigen dem Sektorengemisch gleichhellem Grau erfüllte Scheibe.“ Da diese Tatsache allen unseren theoretischen Anschauungen widerspricht, so sucht Schenck die bekannten von Fick für das Anklingen der Netzhauterregung aufgestellten sägeartigen Erregungskurven durch eine neue zu ersetzen. Diese von Schenck beobachtete Erscheinung, die im ersten Anblick

[1] *Pflügers Archiv f. d. gesamte Physiologie* 68, S. 54 und 77, S. 44.

widersprechend scheint, wurde sehr sinnreich von Samojloff[1] erklärt. Samojloff hat das Mangelhafte des Beweises Schencks, der beim ersten Augenblick nicht zu entdecken ist, gezeigt und bewiesen, daſs die Beobachtung Schencks uns zu neuen theoretischen Anschauungen gar nicht zwingt.

Was die Gröſse des Gesichtsfeldes betrifft, so beruht ihr Einfluſs erstens auf der bekannten Beobachtung von Schenck, daſs die Verschmelzung der Empfindung von der Augenbewegung beeinfluſst wird, so daſs bei einem sehr kleinen Gesichtsfeld, bei dem die Augenfixation leichter zu stande kommt, die Intermittenzzahl geringer sein wird als bei groſsem Gesichtsfeld, bei dem die Augenbewegung sich frei vollzieht; zweitens auf der Veränderung der Gröſse des Gesichtsbildes auf der Retina, sowie auch der Zahl der Teilungslinien, welche im jeweiligen Moment auf ein und dieselbe Partie der Retina fallen. Die von uns bei diesen Untersuchungen gewonnenen Zahlen mitzuteilen, halten wir in Anbetracht der im ersten Kapitel gemachten Angaben für überflüssig.

V. Intermittierende Lichtreize der Peripherie der Retina.

Zur Untersuchung der Empfindlichkeit der peripherischen Teile der Retina gegenüber intermittierenden Reizen wurde das Auge im Zentrum eines gewöhnlichen Perimeters eingestellt, auf dessen Rahmen sich die zu untersuchende Person mit dem Kinn stützte. Die Beobachtungen wurden durch die Röhre des Badalschen Perimeters gemacht, in der sich ein langer Seitenschlitz befindet, der die Möglichkeit gibt, bei Fixation durch das Zentrum der Röhre die Peripherie der Retina im Umkreise von 30° von der Fovea centralis frei zu untersuchen. Für die mehr peripher liegenden Teile muſste man eine Röhre mit einem längeren Seitenschlitz anwenden. Unsere Beobachtungen haben ergeben, daſs das Zentrum der Retina bei gutem zerstreutem Licht gegen intermittierende Reize empfindlicher ist als die Peripherie, wobei der temporale Teil der letzteren empfindlicher ist als der nasale (cf. Tabelle VII).

---

[1] *Pflügers Archiv* 85, S. 90.

Tabelle VII.

Braunstein				Zeslinski			
Entfernung vom Zentrum der Retina (Grad)	Intermittenzzahl			Entfernung vom Zentrum der Retina (Grad)	Intermittenzzahl		
	Zentrum der Retina	Temporaler Teil	Nasaler Teil		Zentrum der Retina	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	43				38		
5		41	38	5		37	36
10		38	36	10		34	32
15		37	36	15		31	30
30		35	33	30		30	28
40		34	33	40		28	27

Diese mit den von Rupp sowie von Bellarminoff in bezug auf die Empfindlichkeit der Peripherie der Retina gegen intermittierende Reize bei starker Beleuchtung erhobenen Befunden übereinstimmenden Untersuchungen scheinen die Ansicht Exners von der gröſseren Empfindlichkeit der Peripherie gegen intermittierende Reize zu widerlegen. Exner nimmt, indem er der Peripherie der Retina das Vermögen zuschreibt, unserem Gehirn intermittierende Reize in Form von Bewegungen zu übermitteln, an, daſs die Peripherie der Retina das Zentrum an Empfindlichkeit gegen feine Bewegungen der Gegenstände im Gesichtsfeld übertrifft, und miſst dieser Tatsache eine groſse Bedeutung aus dem Grunde bei, daſs die Peripherie der Retina im Tierreich im Kampf ums Dasein im Sinne der Darwinschen Theorie bei der Erkennung der Bewegungen des Feindes keine unwichtige Rolle spielt.

Die von uns bei der Untersuchung der Peripherie der Retina erhobenen Befunde finden ihre Bestätigung in den sorgfältigen Untersuchungen von Treitel[1], Chodin[2], Dobrowolski und Hene[3], welche Autoren gefunden haben, daſs das Zentrum der Retina empfindlicher ist als die Peripherie. Darüber, wie sich die Peri-

[1] l. c.

[2] *Graefes Archiv* 22 (3), S. 177.

[3] *Pflügers Archiv* 12, S. 432.

pherie der Retina gegenüber intermittierenden Reizen bei abgeschwächtem Licht verhält, wird im nachstehenden die Rede sein.

VI. Einfluſs der Adaptation des Auges.

Im Jahre 1896 hat M. Schulze, sich mehr auf vergleichende anatomische als auf physiologische Tatsachen stützend, die Meinung ausgesprochen, daſs die Stäbchen der Retina zwar nicht im stande sind, Farben zu unterscheiden, dafür aber sehr empfindlich gegen schwaches Licht sind, während die Zapfen nicht so lichtempfindlich sind, dafür aber eine feine Empfindlichkeit für Farben besitzen. Diese Lehre, welche den Zapfen Empfindlichkeit für Farben und den Stäbchen farblose Lichtempfindung zuschreibt, ist von von Kries zu einer ganzen Theorie entwickelt worden. Dieser Autor teilt, indem er von der anatomischen Tatsache, daſs im optischen Apparat Stäbchen im Zentrum der Retina fehlen, sowie von zahlreichen verschiedenartigen Experimenten ausgeht, sämtliche Gesichtsfunktionen zwischen dem Apparat der Stäbchen und demjenigen der Zapfen auf. Den ersteren nennt er Dunkelapparat, den zweiten Hellapparat. Der v. Kriesschen Theorie entsprechend, ist das Sehen bei geschwächtem Licht und das hohe Vermögen des Auges, zu adaptieren, d. h. sich an die Dunkelheit anzupassen, eine Funktion desjenigen Teiles unseres Sehorgans, welches die Stäbchen zu seinem Endapparat hat. Die Zapfen stellen nach der Lehre von v. Kries einen farbentüchtigen (trichromatischen) Apparat dar, welcher bezüglich seiner Funktion auf eine etwas gröſsere Lichtstärke angewiesen ist und in seinen Empfindungseffekten sehr hohe Werte erreichen kann. Diese Theorie, welche eingehend zu erörtern wir für überflüssig erachten, ist einerseits auf Einwendungen von seiten Hess' gestoſsen, der die Richtigkeit der Anordnung gewisser von v. Kries ausgeführten Experimente kritisiert, hat aber andererseits eine Bestätigung in der Arbeit von E. Fick gefunden; letzterer hat ebenso wie v. Kries die Sehschärfe sowohl eines für die Dunkelheit, wie auch eines für Licht adaptierten Auges untersucht oder, um kürzer zu sagen, die Stäbchen-Sehschärfe und die Zapfen-Sehschärfe untersucht und das vollauf bestätigt, was man auf Grund der v. Kriesschen Lehre hätte erwarten können, nämlich: in der Fovea centralis ist die Stäbchen- oder Dunkel-Sehschärfe = 0, in den lateralen Teilen der Retina nimmt sie rasch zu,

erreicht bald ihr Maximum und bleibt dann bis zur äufseren Grenze der Retina unverändert. Was die Zapfen- oder Hell-Sehschärfe betrifft, so ist sie im Zentrum der Retina am gröfsten, während sie in der Peripherie von der Fovea centralis rasch abnimmt, worauf diese Abnahme langsamer vor sich geht und an der Grenze der Retina äufserst gering wird. In Anbetracht dieser von v. Kries und von E. Fick erzielten Resultate haben wir eine Reihe von Untersuchungen über den Einflufs der Adaptation für Dunkel und derjenigen für Hell auf die Intermittenzzahl oder, um bei der v. Kriesschen Terminologie zu bleiben, die Stäbchen-Intermittenzzahl und die Zapfen-Intermittenzzahl bestimmt. Zu diesem Zwecke wird in einem vollständig dunklen Zimmer mit geschwärzten Wänden auf einen Kreis mit weifsen und schwarzen Sektoren durch ein Diaphragma mit einer $^3/_4$ mm grofsen Öffnung das Licht von einem Glühlämpchen gerichtet, welches in einem undurchsichtigen Zylinder eingeschlossen war. Vor den Sektoren wird ein schmaler Schlitz im schwaren Karton eingestellt. Um die Fixation zu erleichtern, wurde seitwärts vom Schlitz auf dem schwarzen Karton ein kleiner weifser Kreis aufgeklebt. Die Beobachtungen wurden durch eine an der Innenfläche geschwärzte Röhre gemacht. Die Augen wurden zunächst einer Adaptation für Dunkel $^1/_2$ Stunde lang unterzogen. Wenn auch v. Kries bisweilen seine Augen einer Adaptation 2 Stunden lang unterzog, so haben wir uns doch auf eine $^1/_2$ stündige Adaptation beschränkt, weil wir bei längerer Adaptation genau dieselben Resultate erzielten wie bei einer $^1/_2$ stündigen. Nach der Ansicht Auberts nimmt die Adaptation nach einem $^1/_4$ stündigen Verweilen im Dunkeln in den folgenden 2 Stunden äufserst wenig zu, in einem Falle will A. sogar nach einiger Zeit infolge subjektiver Lichtempfindungen eine Verringerung der Adaptation festgestellt haben. Fechner führt im Gegenteil unglaubliche Beispiele von bedeutender Zunahme der Lichtempfindung nach einem 8 Tage langen Aufenthalt im Dunkeln an. Damit die von uns ausgearbeitete minimale Beleuchtung im schon genügend adaptierten Auge keine Ermüdung hervorriefe, wurde das Glühlämpchen, welches sich hinter dem Untersucher befand, mit einem undurchsichtigen Schirm bedeckt, der bei noch geschlossenen Augen geöffnet wurde. Die Augen wurden nur für einen Augenblick geöffnet, als der Apparat schon vollständig im Gange war. Nach einer, höchstens

nach zwei Beobachtungen wurde das Auge einer neuerlichen halbstündigen Adaptation unterworfen, um keine Beobachtungen mit der durch die vorangehenden Beobachtungen ermüdeten Retina zu machen.

Die von uns bei dieser Methode erzielten Resultate sind folgende: Fixiert man bei einem so minimalen Licht mit dem Zentrum der gut adaptierten (innerhalb $^1/_2$ Stunde) Retina, so kann man bei sehr langsamer Drehung des Kreises ein Flimmern nicht wahrnehmen; es ist uns nicht ein einziges Mal gelungen, die Drehgeschwindigkeit festzustellen, bei der Flimmern noch wahrzunehmen wäre, so geringfügig ist diese Geschwindigkeit Etwas ganz anderes erhält man bei der Untersuchung der Peripherie der Retina (ungefähr 10—20° vom Zentrum): hier ist das Flimmern noch bei diesem minimalen Licht deutlich wahrnehmbar, und das Verschmelzen der Empfindungen geschieht bei 8—9 Unterbrechungen in der Sekunde. Für die mehr peripher liegenden Teile der Retina (über 20° vom Zentrum) wächst die Intermittenzzahl bis 22—23 in der Sekunde. Wird die Beleuchtungsstärke bis $^1/_{64}$ gesteigert, so wird im Zentrum der Retina das Flimmern wahrnehmbar, und das Verschmelzen der Empfindungen tritt bei 17 Unterbrechungen ein, während für die Peripherie 19—20 Unterbrechungen erforderlich sind. Die gleichen Wahrnehmungen macht man bei einer Beleuchtungsintensität von $^1/_{32}$. Bei einer Beleuchtungsintensität von $^1/_{16}$ ist die Intermittenzzahl für die Peripherie und das Zentrum fast die gleiche. Bei weiterer Steigerung der Beleuchtung bis $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$ und 1 wird die Intermittenzzahl für das Zentrum gröfser als für die Peripherie, wobei bei sämtlichen Beleuchtungsintensitäten die Intermittenzzahl für den temporalen Teil gröfser ist als für den nasalen. Die Tabelle VIII gibt die Intermittenzzahl für das Zentrum und die Peripherie der Retina in ihrer Abhängigkeit von der Beleuchtungsintensität nach einer $^1/_2$ stündigen Adaptation an.

Von ebensolchem Einflufs wie die Steigerung der Beleuchtung ist die ungenügende Adaptation. Untersucht man ein für Dunkel nicht adaptiertes Auge, so ist die Intermittenzzahl bei minimaler Beleuchtung für die Peripherie die gleiche wie für das Zentrum, bisweilen sogar geringer.

Zur Bestimmung der Zapfen-Intermittenzzahl haben wir in einem hellen Zimmer mit nach der Sonnenseite gehenden

Tabelle VIII.

Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	der Retina		
$^1/_{456}$	Flimmern nicht wahrnehmbar	9	8
$^1/_{64}$	17	20	19
$^1/_{32}$	20	23	22
$^1/_{16}$	24	24	24
$^1/_8$	27	25	24
$^1/_4$	29	26	24
$^1/_2$	32	29	27
1	43	40	38

Fenstern die Augen nach einem $^1/_2$ stündigen Verweilen im dunklen Zimmer untersucht. In den ersten 1—2 Minuten ist es wegen des unangenehmen Blendungsgefühls fast unmöglich, zu untersuchen. Nach einer Adaptationszeit von einigen Minuten ist das Zentrum der Retina für intermittierende Reize am empfindlichsten, während diese Empfindlichkeit in der Richtung zur Peripherie in einer Entfernung von 10—20° abnimmt. Wird dasselbe Auge nach 5—10 Minuten untersucht, so verringert sich die Differenz zwischen Peripherie und Zentrum, um sich nach einer halben Stunde fast vollständig auszugleichen. Die Ursache dieser Erscheinung ist wahrscheinlich in Ermüdung des Zentrums zu suchen. Die Adaptation für Hell tritt, wie wir sehen, weit rascher ein als für Dunkel. Dieselbe Beobachtung hat auch O. Schirmer gemacht, der gefunden hat, daſs die Adaptation für Hell das Maximum schon in einer $^1/_2$ Minute erreichen kann. Aus der Tabelle IX kann man die Abhängigkeit der Intermittenzzahl für das Zentrum und die Peripherie der Retina von der Adaptation für Hell verfolgen.

Die Resultate unserer Beobachtungen zeigen somit, daſs die Empfindlichkeit des Zentrums der Retina für intermittierende Lichtreize bei abgeschwächter Beleuchtung und nach genügender Adaptation sehr unbedeutend und bei minimaler Beleuchtung = 0 ist. In der Richtung von der Peripherie zur Netzhaut, wo die Stäbchen gelagert sind, nimmt die Empfindlichkeit für unterbrochene Reize bei abgeschwächter Beleuchtung zu. Eine voll-

Tabelle IX.

Dauer der Adaptation für Hell	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	der Retina		
3 Minuten	64	52	52
5 „	58	48	45
10 „	48	44	42
15 „	48	44	43
1/2 Stunde	43	43	42

ständig entgegengesetzte Erscheinung wird bei guter Beleuchtung beobachtet: hier sehen wir hohe Empfindlichkeit des Zentrums, wo die Zapfen liegen und Stäbchen fehlen, und eine Verringerung derselben in der Richtung zur Peripherie. Eine solche Analogie in der Empfindlichkeit des Zentrums und der Peripherie der Retina zwischen intermittierendem und gewöhnlichem Licht kann als indirekter Beweis für die Richtigkeit der v. Kriesschen Lehre dienen. Unsere Beobachtungen stimmen mit den Resultaten, die Bellarminoff bezüglich der intermittierenden Reizungen des Zentrums und der Peripherie der Retina gewonnen hat, überein und werden auch durch die von Schadow gemachten Beobachtungen unterstützt. Letzterer fand, dafs, wenn bei direkter Fixation der Lichtquelle noch keine Empfindung eintritt, letztere jedesmal bei seitlicher Beleuchtung des Auges auf 30 hervorgerufen werden kann. Schadow führt noch folgende Beobachtung an: Wird ein leuchtender Punkt zentral fixiert und die Lichtstärke so weit verringert, dafs jede Lichtempfindung verschwindet, so kann letztere wieder durch laterale Bewegung des Auges hervorgerufen werden. Hierher kann auch die längst bekannte Tatsache gerechnet werden, dafs die Astronomen schwach leuchtende Sterne, die bei direktem Sehen unsichtbar sind, bei seitlicher Beleuchtung gut erkennen. Es mufs hinzugefügt werden, dafs Dr. Treitel gleichfalls gefunden hat, dafs das Verhältnis zwischen der Empfindlichkeit der Peripherie und des Zentrums der Retina sich bei abgeschwächter Beleuchtung im Vergleich zu demselben Verhältnis bei Tageslicht wesentlich ändert; nach den Beobachtungen von Treitel verringert sich die Empfindlichkeit des Zentrums um das 12fache, während die Empfindlichkeit der

Peripherie sich um das 2fache verringert; immerhin bleibt die Empfindlichkeit im Zentrum 2mal so hoch als in der Peripherie. Treitel führt diese Erscheinung darauf zurück, daſs die peripheren Teile der Retina das Zentrum in bedeutendem Grade an Adaptationsfähigkeit übertreffen, welche im Zentrum weit langsamer vor sich geht als in der Peripherie. Wir aber haben ebenso wie v. Kries die oben geschilderte Erscheinung des Vorherrschens der Peripherie über dem Zentrum deutlich selbst nach 2stündiger Adaptation gesehen.

Diese Beobachtungen habe ich schon vor einigen Jahren veröffentlicht.[1] Im vergangenen Jahre sind die Untersuchungen von Schatternikoff[2] erschienen, nach denen rotierende Scheiben, um völlig gleichmäſsig zu erscheinen und nicht mehr zu flimmern, schneller laufen müssen, wenn man mit gut helladaptiertem Auge, als wenn man mit dunkeladaptiertem Auge beobachtet. Aus diesen Beobachtungen, welche die meinigen teilweise bestätigen, zieht v. Kries[3] hervor, daſs die Stäbchen resp. der mit ihnen als Endorganen ausgerüstete Bestandteil des Sehorgans eine geringere Empfindlichkeit für schnelle periodische Wechsel des einwirkenden Lichtes besitzen, als der trichromatische Bestandteil.

VII. Farbige intermittierende Reizungen des Zentrums und der Peripherie der Retina.

Zur Gewinnung von farbigem intermittierendem Licht benutzten wir Pigment- oder Spektralfarben. Im ersteren Falle wurde auf einem Metallkreis das Rothesche farbige Papier angeklebt, auf dem mit schwarzer Farbe schwarze Sektoren gezeichnet wurden. Zur Gewinnung einer reinen intermittierenden Spektralfarbe wurde mittels Prismas auf einen weiſsen Schirm das Sonnenspektrum reflektiert, vor dem schwarze undurchsichtige Sektoren eingestellt wurden, die durch einen Rotationsapparat in Rotation versetzt, bald die eine, bald die andere vom Schirm reflektierte Farbe zurückhalten, bald durch ihre Zwischenräume ungehindert durchlassen. Vor den Sektoren wurde ein schwarzer Karton mit einem Horizontalschlitz von $^1/_2$ mm

---

[1] Zur Lehre der intermittierenden Reizung der gesunden und kranken Netzhaut. *Bericht der medizinischen Gesellschaft zu Charkow.* 1899. [Russisch.]

[2] *Zeitschrift f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane* **29**, S. 241.

[3] *Zeitschrift f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane* **32**, S. 113.

Durchmesser eingestellt. Mit Hilfe dieses Schlitzes konnte man jeden beliebigen Teil des Spektrums isolieren und auf diese Weise beliebiges reines spektrales intermittierendes Farbenlicht bekommen.

Die mittels Pigmentfarben ausgeführten Untersuchungen haben ergeben, dafs für die gelbe Farbe die gröfste Intermittenzzahl erforderlich ist; dann kommen rot, grün und schliefslich blau (cf. Tabelle X).

Tabelle X.

Bezeichnung der Farbe	Intermittenzzahl
gelb	53
rot	44
grün	37
blau	29

Je nach der Entfernung vom Zentrum zur Peripherie der Retina sinkt die Intermittenzzahl bei guter Beleuchtung für alle Farben, wobei für den nasalen Teil der Retina die Intermittenzzahl kleiner ist als für den temporalen (cf. Tabelle XI).

Tabelle XI.

Bezeichnung der Farbe	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	der Retina		
gelb	53	46	41
rot	44	40	37
grün	37	35	32
blau	29	45	23

Bei der Untersuchung der Spektralfarben erhält man eine ebensolche Farbenskala wie bei der Untersuchung der Pigmentfarben (cf. Tabelle XII).

Tabelle XII.

Bezeichnung der Farbe	Intermittenzzahl
gelb	41
rot	36
grün	33
blau	30

Bei der Untersuchung der Spektralfarben der Peripherie der Retina wurde gleichfalls gefunden, dafs die Intermittenzzahl bei guter Beleuchtung für die Peripherie kleiner ist als für das Zentrum, und für den nasalen Teil der Retina kleiner als für den temporalen (cf. Tabelle XIII).

Tabelle XIII.

Bezeichnung der Farbe	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
		der Retina	
gelb	41	33	30
rot	36	31	27
grün	33	25	25
blau	30	25	24

Mit dem Nachlassen der Beleuchtungsintensität beginnt sich die Differenz zwischen Peripherie und Zentrum der Retina auszugleichen; bei einer Beleuchtungsintensität von $^1/_8$ wird die Empfindlichkeit des Zentrums und der Peripherie gleich; bei weiterem Nachlassen der Beleuchtung übertrifft die Empfindlichkeit der Peripherie diejenige des Zentrums, während bei minimaler Beleuchtung von $^1/_{456}$ und nach einer $^1/_2$ stündigen Adaptation es noch deutlich an der Peripherie flimmert, während im Zentrum ein Flimmern gar nicht mehr wahrzunehmen ist. Die Tabellen XIV, XV, XVI und XVII geben die Intermittenzzahlen für die verschiedenen Farben im Zentrum, im temporalen und im nasalen Teil der Retina je nach der Beleuchtungsintensität an.

Tabelle XIV. Gelbe Farbe.

Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	der Retina		
1/2	42	35	34
1/4	40	32	30
1/8	38	38	35
1/16	35	35	34
1/32	29	32	30
1/16	24	30	29
1/456	Flimmern nicht wahrnehmbar	20	20

Tabelle XV. Rote Farbe.

Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	der Retina		
1/2	29	22	19
1/4	27	22	20
1/8	25	25	25
1/16	22	23	22
1/32	19	23	22
1/16	17	19	18
1/456	Flimmern nicht wahrnehmbar	16	16

Tabelle XVI. Grüne Farbe.

Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler Teil	Nasaler Teil
	der Retina		
1/2	30	27	27
1/4	27	22	21
1/8	23	23	23
1/16	21	22	21
1/32	18	20	19
1/16	16	19	19
1/456	Flimmern nicht wahrnehmbar	12	12

Tabelle XVII. Blaue Farbe.

Beleuchtungsintensität	Intermittenzzahl		
	Zentrum	Temporaler	Nasaler Teil
		der Retina	
1/2	24	19	18
1/4	21	18	16
1/8	20	21	18
1/16	17	19	15
1/32	14	19	14
1/16	8	12	10
1/456	Flimmern nicht wahrnehmbar	8	8

Die vorstehenden Tabellen zeigen, daſs ein Nachlassen der Empfindlichkeit der Retina für intermittierende Reize bei guter Beleuchtung in der Richtung vom Zentrum zur Peripherie, bei herabgeminderter Beleuchtung und nach genügender Adaptation im Gegenteil in der Richtung von der Peripherie zum Zentrum nicht nur in bezug auf die weiſse Farbe, sondern auch in bezug auf sämtliche Grundfarben stattfindet. (Fortsetzung folgt.)

Literaturbericht.

H. Rickert. **Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung. Eine logische Einleitung in die historischen Wissenschaften. II.** Tübingen und Leipzig, Mohr (Siebeck), 1902. 743 S. Mk. 9.—.

Für die modernen Geisteswissenschaften, oder wie Rickert sagt, die historischen Kulturwissenschaften, war es verhängnisvoll gewesen, daſs sich Logik und Methodologie der wissenschaftlichen Forschung und Zielsetzung fast ausschlieſslich an den früher ausgebildeten naturwissenschaftlichen Kategorien und Verfahrungsweisen orientiert hatte. Die Folge war, daſs die Geisteswissenschaften entweder, auf logische Grundlage gänzlich verzichtend, in roh spezialistischer Empirie verharrten, oder daſs sie die naturwissenschaftliche „Universalmethode“ zu ihrem Ideal erkoren. Dilthey war der erste, der dem gegenüber den leider unvollendet gebliebenen Versuch machte, den Geisteswissenschaften eine eigene philosophische, und zwar antinaturalistische, ja hypernaturalistische Grundlegung zu geben; dann wurde nach längerer Pause die Arbeit in intensiver Weise wieder aufgenommen von einer kleinen Gruppe innerhalb zusammenhängender südwestdeuscher Philosophen: Windelband, Rickert, Münsterberg; und das vorliegende Buch darf als erster zusammenfassender Abschluſs dieser Bemühungen gelten.

Daſs in einer solchen Revision des globus intellectualis auch die Psychologie, die ja nach heute weithin herrschender Auffassung eine zentrale Stellung zwischen Geistes- und Naturwissenschaften einnimmt, in entschiedenster Weise tangiert werden muſs, ist selbstverständlich; sowohl ihre Stellung im System der Wissenschaften wie ihre Leistungsfähigkeit als „Grundlage“ der Geisteswissenschaften enthält in der Rickertschen Gedankenführung eine Einschränkung, die zwar in vielen Punkten zweifellos zu weit geht, jedoch im groſsen und ganzen gegenüber den Ansprüchen und Hoffnungen der „Psychologisten“ eine gesunde Reaktion darstellt und auch der psychologischen Spezialarbeit auf theoretischem und angewandtem Gebiet nur nützen kann.

So verlockend es ist, das bedeutende Buch in seinem ganzen Umfange ausführlich zu würdigen, so werden wir uns doch, den Aufgaben dieser Zeitschrift entsprechend, hauptsächlich auf die Schluſsfolgerungen für die Psychologie konzentrieren und die übrigen Gedankengänge nur, soweit es für diesen Zweck nötig ist, darstellen.

Die ersten drei Kapitel des Buches sind bereits 1896 erschienen und haben in *dieser Zeitschrift* (16, 231) früher Besprechung gefunden. (Siehe dazu die Berichtigung 17, 397.) Der zweite, viel stärkere Halbband umfaſst nur zwei Kapitel, Kap. IV (Die historische Begriffsbildung), das freilich mehr als ein Drittel des gesamten Bandes ausmacht, und Kap. V (Natur- und Geschichtsphilosophie).

Der Grundgedanke des Buches ist der, daſs die Hauptscheidung im System der Wissenschaften nicht nach einem sachlich-inhaltlichen, sondern nach einem formal-methodologischen Gesichtspunkt vorgenommen werden müsse. Die übliche Betrachtung scheidet nach der Verschiedenheit der Objekte, indem sie den Naturwissenschaften die physischen, den Geisteswissenschaften die psychischen Objekte zur Forschung überwies. Die Folge war erstens, daſs die allgemeinste Wissenschaft vom psychischen, die Psychologie, als Fundament der Geisteswissenschaften angesehen werden muſste, und ferner daſs, da ja nur die Objekte verschieden waren, in Fragen der Methode sehr wohl eine Übertragung aus einem Gebiet ins andere möglich erschien. Dem gegenüber machte schon Windelband gerade eine methodologische Unterscheidung zum Trennungsmoment; Wissenschaft geht entweder auf Allgemeines oder auf Individuelles; und zwar ist die Naturwissenschaft „nomothetisch", Gesetze suchend, die Geschichtswissenschaft „idiographisch", einmalige Ereignisse beschreibend.

Rickert nimmt diesen Gedanken auf, vertieft ihn bedeutend und weist nach, daſs beide Wissenschaften in ihrer logischen Struktur ebenso wie in ihrer Aufgabe für Weltanschauung und Normgebung geradezu komplementär zueinander sind.

Nicht nur die Welt im ganzen, sondern jedes einzelne Ding ist extensiv und intensiv von unendlicher Mannigfaltigkeit, die durch Wissenschaft nicht darstellbar ist. Deshalb kann Wissenschaft lediglich die Aufgabe haben, die Mannigfaltigkeit der Welt durch bestimmte Bearbeitung zu überwinden. Für diese Bearbeitung aber gibt es zwei Auswahlprinzipien: entweder wird die einzelne Tatsächlichkeit als Exemplar auf allgemein geltende Begriffe, Relationen und Gesetze bezogen: das ist Naturwissenschaft — oder sie wird als individuelles Sein auf allgemeine Werte bezogen: das ist Geschichtswissenschaft. Dort wird alles Individuelle, Besondere, Zeitliche ausgestoſsen, weil es nicht durch Begriffe zu fassen ist, hier wird gerade das Individuelle Einmalige gesucht, weil und sofern sich in ihm ewige Werte verwirklichen.

Das Ideal der Naturwissenschaft ist dort erreicht, wo die Dinge zu qualitätslosen, gleichartigen und gleichwertigen Elementen (Atomen) verflüchtigt sind, zwischen denen allgemeine zeitlose Relationen bestehen. Diesem Ideale kommen die einzelnen Naturwissenschaften freilich verschieden nahe, am nächsten die mechanische Physik. Aber auch die Psychologie studiert das Seelenleben unter dem Gesichtspunkt des Allgemeingültigen, nicht des Individuellen, sie sucht nichts als die überall geltenden Beziehungen zwischen den atomisierten Bestandteilen des Seelenlebens und gehört somit methodologisch durchaus zu den Naturwissenschaften.

Während dieser Gedankengang nur insofern neu ist, als er ein Verfahren, das vielen als Kennzeichen der Wissenschaft überhaupt gilt, lediglich auf die naturwissenschaftliche Betrachtung einschränkt, ist die Deduktion der geschichtlichen Begriffsbildung gerade im Positiven neu, und wie mir scheint, von höchster Fruchtbarkeit. Geschichte geht nicht auf allgemeine Begriffe und Gesetze, sondern durchaus auf individuelles und einmaliges konkretes Dagewesensein; aber sie ist andererseits auch nicht eine bloſse Registrierung beliebiger vergangener Tatsachen, womit sie, wie ja auch öfter behauptet worden, überhaupt aus dem Rahmen der Wissenschaften herausfallen würde; sondern sie tritt der Wirklichkeit mit einem besonderen Auswahl- und Bearbeitungsprinzip gegenüber, dem der Wertbeziehung, und bedarf daher auch einer besonderen Begriffsbildung, die zu den Begriffen des historischen Individuums, des historischen Zusammenhangs und der historischen Entwicklung führt.

Das Individuelle, das die Geschichte darstellt, ist nicht wie das naturwissenschaftliche Individuum, ein beliebig Atomisierbares oder durch andere Individuen Ersetzbares, sondern ein teleologisches „In-dividuum", vom Wertstandpunkt nicht zu teilendes, weil ihm als Einzigartigem eine unersetzbare Bedeutung zukommt. Der Wertstandpunkt aber, zu dem ein Individuum Beziehung hat, darf nicht ein willkürlicher, subjektiver sein, sondern muſs ein allgemeiner, also stets überindividueller sein: z. B. ein politischer, religiöser, ästhetischer u. s. w. Ist also das Individuum naturwissenschaftlich wichtig durch das, was es „mit allen gemeinsam hat", so historisch durch das, wodurch es „für alle bedeutsam" ist. Bedeutsam aber für alle ist das historische Individuum gerade durch das, worin es anders ist als alle. Damit ist Geschichte individualisierend.

Auch die von der Geschichte zu fordernde Einordnung eines Individuums in einen historischen Zusammenhang darf nicht mit der Einordnung eines naturwissenschaftlichen Exemplars unter den Allgemeinbegriff verwechselt werden. Denn der Begriff ist eine Abstraktion, das historische Ganze aber, zu dem das Individuum gehört, die Gattung, das Volk u. s. w., ist selbst wieder etwas Konkretes, ein Individuum höherer Ordnung. — Wichtig ist schlieſslich die Betrachtung des Kausalitätsprinzips, das die Naturwissenschaft fälschlich mit dem Kausalitätsgesetz erschöpft glaubte. Auch die Geschichte behandelt Kausalzusammenhänge, freilich nicht allgemeine, sondern individuelle; und für diese gilt nicht der Satz: causa aequat effectum, der ja nur eine Folge der naturwissenschaftlichen Abstraktion vom Verschiedenen ist; vielmehr sind die historischen Kausalzusammenhänge nur durch Kausalungleichungen ausdrückbar.

Daſs sich die durchgeführte Scheidung zwischen „naturwissenschaftlicher" und „geschichtlicher" Begriffsbildung durchaus nicht überall mit der üblichen Abgrenzung der tatsächlich vorhandenen Natur- und Geschichtswissenschaften deckt, ist Rickert durchaus klar; und er benutzt jede Gelegenheit, zu zeigen, wo sich historische Bestandteile in den Naturwissenschaften, naturwissenschaftliche in den historischen Wissenschaften zeigen. So ist die Nebularhypothese der Astronomie und die biologische Konstruktion des Stammbaums der Arten durchaus Geschichte; denn nicht all-

gemeine Gesetze, sondern einmaliges Geschehen soll dargestellt werden. Und andererseits ist der Versuch, regelmäfsige Wiederkehr bestimmter Geschehnisfolgen in der Geschichte als historische und soziologische „Gesetzmäfsigkeiten“ zu konstatieren, durchaus Naturwissenschaft.

Indessen genügt auch dies vielfältige Ineinandergreifen von naturwissenschaftlichen und historischen Momenten innerhalb der einzelnen Wissenschaften nicht, um tatsächlich das ganze Gebiet wissenschaftlicher Forschung logisch zu erschöpfen. Es gibt zwischen dem absolut Allgemeinen des naturwissenschaftlichen Ideals und dem absolut Individuellen des historischen Ideals Zwischengebiete für welche R. den höchst wichtigen, hier nicht näher zu erörternden Mittelbegriff des „relativen Historischen“ schafft.

Soweit ist die Scheidung der wissenschaftlichen Begriffsbildung lediglich auf formal methodologische Prinzipien begründet. Allein R. verhehlt sich nicht, dafs der bisher gewonnene Begriff des „Geschichtlichen“ verglichen mit dem, was tatsächlich Gegenstand der sogenannten Geistes- und Kulturwissenschaften ist, viel zu weit ist; und nunmehr müssen zur ferneren Determination auch sachlich-inhaltliche Gesichtspunkte hinzugezogen werden. Damit treten wir in Betrachtungen ein, die mehr oder minder direkt auf die Psychologie Bezug haben (S 531 ff.). Das Schwergewicht der R.schen Ausführungen beruht hier auf dem Nachweis, dafs auch sachlich der Unterschied zwischen „Natur“ und „Geist“, nach dem sich die beiden Wissenschaftsgruppen nennen, nicht identifiziert werden darf mit dem Unterschied von „Physisch“ und „Psychisch“. Dieser Nachweis hat einen negativen und einen positiven Teil; zunächst wird gezeigt, dafs die Wissenschaft vom Psychischen durchaus nicht eine Grundlage der geschichtlich kulturellen Wissenschaften sein könne, sodann wird dargelegt, wie man den Begriff des Geistes in „Geisteswissenschaften“ zu verstehen habe.

Dafs die Psychologie mit den Naturwissenschaften die Methode, mit den Geisteswissenschaften das Objekt gemeinsam habe und damit zur natürlichen Mittlerin berufen sei, ist eine weit verbreitete Überzeugung. Dicke geisteswissenschaftliche Bücher „auf psychologischer Grundlage“ zeugen davon. R. hält diese Überzeugung und Hoffnung für ungerechtfertigt; weder die schon vorhandene naturwissenschaftliche Psychologie, noch eine erst zu schaffende beschreibende Psychologie (Dilthey) kann als Grundlage der geschichtlichne Geisteswissenschaften gedacht werden. Denn alle Psychologie geht ihrem Begriffe nach auf Unterordnung der Wirklichkeiten unter ein System zeitlos geltender Allgemeinbegriffe und damit hört ihre Leistung dort auf, wo die Aufgabe der Geschichte, Darstellung einer einmaligen individuellen Entwicklung, erst anfängt. Die Psychologie des Menschenkenners hat mit der verallgemeinernden Psychologie des Forschers nichts zu tun. „Das nacherlebende Verstehen und die Unterordnung unter ein System allgemeiner Begriffe sind zwei geistige Prozesse, die einander ausschliefsen.“ Ist so die Psychologie keinesfalls die Grundlage der Geschichtswissenschaften, so entsteht die weitere Frage, ob nicht wenigstens von psychologischem Wissen und Überzeugtsein eine Beeinflussung der historischen Auffassung zu erwarten sei. R. gesteht die logische Möglich-

keit einer solchen Beeinflussung zu, hält sie aber tatsächlich für ganz bedeutungslos. So bestreitet er, dafs der Übergang, den die Psychologie von der Betrachtung der im Einzelbewufstsein sich abspielenden Phänomene zu sozialpsychologischen Untersuchungen gemacht hat, von Einflufs gewesen sei auf den entsprechenden Übergang der historischen Auffassung — wir kommen weiter unten noch auf dies Verhältnis zu sprechen. Endlich kann noch daran gedacht werden, dafs die von der Psychologie geschaffenen Allgemeinbegriffe von der Geschichte als Hilfsmittel ihrer individualisierenden Darstellung benutzt werden. Aber das ist keine prinzipielle Frage, aufserdem ist selbst diese Leistung sehr gering, um so geringer, je allgemeiner und einfacher, d. h. „psychologischer" die Begriffe sind. Von dem atomisierten und generalisierten Seelenleben des psychologischen Laboratoriums führt zur Geschichte und Geschichtsauffassung keine Brücke.

Aber noch von einem anderen Gesichtspunkte aus ist Psychologie als Grundlage der Geschichte unmöglich. Die Vorbedingung der Psychologie ist die begriffliche Scheidung des Physischen vom Psychischen, ja sogar, wofern man den landläufigen Parallelismus acceptiert, die Leugnung eines Kausalzusammenhanges zwischen Physischem und Psychischem. Die Übertragung derartiger Gesichtspunkte auf die Geschichte würde diese veröden und verzerren. Das Individuelle, das die Geschichte darstellt, ist durchaus psychophysische Einheit; die Kausalzusammenhänge, die sie zu beschreiben hat, sind solche von Geistigem auf Körperliches und umgekehrt; gerade das, wovon die Naturwissenschaft abstrahiert, um Physisches und Psychisches „parallel" setzen zu können, ist Gegenstand der Geschichte selbst, die deshalb mit psychophysischen Kausalausgleichungen arbeiten mufs und darf.

Aber was bedeutet denn, wenn überhaupt die Scheidung zwischen Physischem und Psychischen für die geschichtlichen Geisteswissenschaften irrelevant ist, der Terminus „Geistes"-Wissenschaft? Mit dieser Frage treten wir wieder in eine weitere höchst wichtige Phase der Betrachtung. Der Unterschied zwischen Natur und Geist ist logisch methodologisch ein ganz anderer als der von Physisch und Psychisch. „In der Erfahrungswelt werden sich überall solche Vorgänge, in denen ein alternatives Verhalten, d. h. ein Anerkennen oder Abweisen, ein Billigen oder Mifsbilligen, ein Begehren oder Verabscheuen, m. a. W. ein Werten zum Ausdruck kommt, eindeutig von solchen Vorgängen abtrennen lassen, die indifferent gegen alle Werte sich verhalten." Nun ist bekanntlich Geschichte Darstellung derjenigen Wirklichkeiten, welche zu allgemeinen Werten Beziehung haben. Es ist verständlich, dafs unter diesen Wirklichkeiten diejenigen eine zentrale Stellung einnehmen werden, welche selbst eine solche Beziehung zu Werten schaffen, m. a. W.: die zu Werten Stellung nehmen. Die „historischen Zentren" sind daher stets geistige, d. h. eines alternativen Verhaltens fähige Wesen. Nun aber behandeln die Geisteswissenschaften nur die Beziehungen zu „allgemeinen" Werten, denen gegenüber von geistigen Wesen eine Stellungnahme gefordert werden mufs. Diese allgemeinen normativen Werte bezeichnen wir als „Kultur", und damit ist gegen den Begriff des indifferenten wertfreien Seins ein sach-

licher Gegensatz gefunden; den Naturwissenschaften treten die Kulturwissenschaften gegenüber, und dieser Terminus drückt für unseren Sprachgebrauch viel korrekter das Gemeinte aus, als „Geisteswissenschaft", welcher Ausdruck nur für die Hegelsche Terminologie berechtigt war; denn für Hegel war der (objektive) Geist nicht identisch mit unserem Begriff „Psyche", sondern mit „Kultur".

Ein Eingehen auf das V. Kapitel (Naturphilosophie und Geschichtsphilosophie) müssen wir uns, trotzdem es sehr viel des Schönen enthält, mit Rücksicht auf die Ziele dieser Zeitschrift versagen. Nur soviel sei hier bemerkt, dafs es jeden Versuch, Geschichtsphilosophie und philosophische Normwissenschaften rational — also naturwissenschaftlich oder metaphysisch oder psychologistisch — zu begründen, zurückweist, und die Philosophie, d. h. die normative Behandlung der Wertprobleme, in Fichteschem Sinne auf den absoluten Wert des pflichtbewufsten Willens zurückführt. —

Zu einigen Punkten des Rickertschen Buches sei noch kurz kritisch Stellung genommen. Zunächst etwas Terminologisches, das aber, wie zu fürchten ist, einer intensiven Wirksamkeit der wertvollen Rickertschen Ideen hindernd in den Weg treten wird. Von so fundamentaler Bedeutung es ist, dafs das Dogma einer wissenschaftlichen Universalmethode, die nur auf Allgemeingültigkeiten und Gesetzmäfsigkeiten gehe, zerstört wird, so bedenklich ist es, jene Methode mit dem Namen des Naturwissenschaftlichen zu decken. Der Sprachgebrauch, der das Wort „Natur" an bestimmte Objekte und nicht an bestimmte Methoden knüpft, ist so eingewurzelt, dafs er sich nicht mehr in andere Richtung zwingen lassen wird. Kein Biologe, der den Ursprung der Arten untersucht, kein Astronom, der über die Entwicklung unseres Sonnensystems Hypothesen aufstellt, wird zugestehen können und wollen, dafs er damit aus dem Rahmen des Naturwissenschaftlichen herausgefallen sei; und umgekehrt widerstrebt es uns, Hegels Versuch, die Gesichte auf Gesetzmäfsigkeiten zurückzuführen, als einen „naturwissenschaftlichen" zu bezeichnen. Eine Beibehaltung der Windelbandschen Terminologie „nomothetisch" und „ideographisch" wäre dann empfehlenswerter gewesen; auch andere Begriffspaare — rational und irrational, mechanisch und teleologisch hätten zur Verfügung gestanden.

Was die Psychologie anbetrifft, so ist meines Erachtens der Nachweis gelungen, dafs sie ihrer logischen Struktur nach durchaus mit den theoretischen Naturwissenschaften auf einer Linie steht, dagegen von den historischen Geisteswissenschaften verschieden ist. Auch die Charakteristik des Psychologismus, welcher Kultur- und Normwissenschaften auf theoretische Kenntnis psychischer Phänomene gründen will, scheint mir zutreffend: „Der Psychologismus ist die Form, welche der Naturalismus annehmen mufste, als der Materialismus abgetan war" (S. 551). Indessen, so wenig die Psychologie als Grundwissenschaft der Geisteswissenschaften zu gelten hat, so weitreichend ist der Umfang ihrer Dienstbarkeit und dieser wird R. durchaus nicht gerecht. Seine logische Konstruktion hat hier augenscheinlich einen sehr wichtigen Punkt vernachlässigt.

Allgemeine Begriffe und Kausalgesetze einerseits, individuelle Wirklichkeiten und Kausalzusammenhänge andererseits stehen freilich als letzte

wissenschaftliche Ziele durchaus im Gegensatz zueinander, nicht aber als Arbeitsmittel. Denn der Wert des Allgemeinen bekundet und bewährt sich ja erst daran, dafs es auf Neues, Individuelles anwendbar ist. Auch der Arzt am Krankenbett will diesen individuellen Fall verstehen, der Techniker diese individuelle Brücke bauen; und wenn auch zu diesem Individualisieren niemals die blofse allgemeine Theorie genügen wird, so ist doch eben so klar, dafs es ohne Theorie, d. h. Anwendung des Allgemeinen, unter welches das Einzelne fällt, auch nicht geht. Und genau das Gleiche gilt für die Geschichte. Um ein von R. gebrauchtes Beispiel zu wählen: das psychopathologische Phänomen „Cäsarenwahnsinn" ist freilich ein (nach R.s Terminologie) naturwissenschaftliches Problem, die individuellen Taten Neros sind ein historisches Problem. Aber das historische Verständnis Neros wird in hohem Mafse gefördert, wenn wir den individuellen Kausalzusammenhang seiner Taten als Anwendungsfall der allgemeinen Erscheinung „Cäsarenwahnsinn" begreifen; als Anwendungsfall, nicht blofs als Gattungsexemplar; denn das freilich dürfen wir nicht vergessen, dafs restlos das Individuelle nicht durch allgemeine Begriffe erschöpft wird. In gleicher Weise kann die psychologische Erklärungskategorie der Massensuggestion sehr wohl das Verständnis der Kreuzzüge fördern helfen; es kann ferner eine durchgeführte Psychologie des Willens in einem einzelnen Fall das Verständnis dafür schärfen, inwiefern eine Tat als Ausflufs wählender und überlegter Willenshandlungen des Einzelmenschen, inwiefern sie als Produkt aufserpersönlicher (Vererbungs-, Milieu-, sozialer, suggestiver etc.) Faktoren zu gelten habe. Es können die Gesetze der psychologischen Assoziation, Apperzeption, Gewöhnung u. s. w. auf gewisse Vorgänge der Sprachgeschichte helles Licht werfen u. s. w. Und darum ist es Rickert gegenüber bestimmt zu behaupten, dafs die moderne Sozialpsychologie auch den Blick des Historikers für die Bedeutung überindividueller Wirkungsfaktoren im historischen Leben geschärft hat, dafs ferner die Frage, ob man sich psychologisch zum Voluntarismus oder Intellektualismus, zum Determinismus oder Indeterminismus, zur Annahme oder Ablehnung des Unbewufsten, bekennt, nicht ohne Einflufs für die Art sein kann, wie man den Anteil psychischer Faktoren in den individuellen Kausalzusammenhängen der Geschichte auffasse. In dem berechtigten Bestreben, die Psychologie als Grundwissenschaft der geschichtlichen Wissenschaften zu bestreiten, schüttet er das Kind mit dem Bade aus und räumt ihr nun nicht einmal als Hilfswissenschaft die Rolle ein, die sie beanspruchen kann. Ob freilich die heutige Psychologie schon in weitem Mafse dieser Rolle gewachsen sei, wäre mit gröfserem Fug diskussionsbedürftig; dies aber ist eine Tatsachenfrage, nicht mehr eine solche der Logik und Methodologie.

W. Stern (Breslau).

O. Flügel. **Die Seelenfrage mit Rücksicht auf die neueren Wandlungen gewisser naturwissenschaftlicher Begriffe.** Dritte vermehrte Auflage. Cöthen, Schulze, 1902. 158 S.

Ausgehend von der Tatsache, dafs der naturwissenschaftliche Materialismus darin Recht hat, dafs er eine Gesetzmäfsigkeit der Atome und ihrer Bewegung annimmt, sucht Verf. eine gleiche Gesetzmäfsigkeit auch für das

psychische Geschehen nachzuweisen. Auch die seelischen Vorgänge sind Äufserungen einer Kraft, die wie jede Kraft an einen Stoff gebunden sein muſs. Dieser Stoff ist jedoch nicht das Gehirn, Bewegung und Empfindung sind zwei völlig verschiedene Dinge. Darum hat der naive Materialismus Unrecht, beide miteinander zu identifizieren, er verwechselt die Bedingung des Denkens mit dem Denken selbst. Nicht jedoch ist der Materialismus durch erkenntnistheoretische Betrachtungen zu widerlegen, wie dies z. B. Fr. Alb. Lange versucht hat. Denn Erkenntnistheoretiker und Materialisten verstehen unter Materie etwas ganz Verschiedenes. Der Erkenntnistheoretiker versteht unter der Materie das, was an der Materie sinnlich wahrgenommen wird, also ihre Qualitäten, der Materialist aber abstrahiert gerade von diesen sinnlichen Eigenschaften und will unter Materie das verstanden wissen, was unabhängig vom Wahrnehmenden noch übrig bleibt, also letzte Elemente. Auch wenn von der Materie als Grund des Geistes und umgekehrt vom Geiste als dem Grunde der Materie gesprochen wird, so ist hier unter Grund zweierlei zu verstehen. Wenn der Erkenntnistheoretiker vom Geiste als dem Grunde der Materie, d. h. der vorgestellten Materie spricht, so meint er nur, daſs der Geist eine Materie vorstelle. Hier ist also der Erkenntnisgrund gesetzt. Sagt jedoch der Materialist, die Materie, d. h. die Atome, seien die Ursache des Geistes, so meint er damit den Realgrund. Beides aber verträgt sich völlig miteinander, die Materie ist, soweit sie vorgestellt wird, Wirkung des Geistes, sofern sie aber aus Atomen zusammengesetzt gedacht wird, ist sie dessen Ursache.

Verf. wendet sich sodann zum modernen Parallelismus, den er in der Form der Identitätshypothese verwirft. Wird die doch nun einmal bestehende Verschiedenheit von Physischem und Psychischem in der Alleinheit der absoluten Substanz aufgehoben, wie dies schon Spinoza und Schelling getan haben, so ist nicht einzusehen, wie dieses Eine zur Ursache der Vielheit werden kann. Die Mannigfaltigkeit ist uns nun einmal gegeben und wenn man diese als Schein betrachtet, so bleibt völlig unerklärbar, wie dieser Schein von etwas gar nicht Existierendem entstehen könne.

Dann wiederholt Verf. eine Reihe von Einwänden, die gegen den Parallelismus schon oft erhoben und ebenso oft widerlegt worden sind. Wäre der Leib nur Erscheinung der Seele, wie ist es dann zu erklären, so meint z. B. Erhardt, daſs man vom Körper Teile entfernen kann, ohne daſs die Seele sich ändert; wie steht es mit dem Tode, wo doch die Seele verschwindet und der Leib bestehen bleibt? Diese und ähnliche Einwände lassen sich leicht widerlegen, wenn man sich an die hauptsächlich von Heymans vertretene idealistische Formulierung des Parallelismus hält. Allerdings ändert sich die Seele, um Gesagtes noch einmal zu wiederholen, wenn man einzelne Teile des Körpers entfernt, insofern als bestimmte Organempfindungen von der Seele nun nicht mehr wahrgenommen werden können, wodurch sicherlich eine, wenn auch minimale, so doch nicht wegzuleugnende Veränderung der Seele hervorgerufen wird. Und daſs der tote Körper nicht Erscheinung eines Psychischen ist, das leugnet ja gerade der monistische Parallelismus, der überhaupt nichts in der Körperwelt kennt, das nicht Erscheinung eines Psychischen wäre. „Ebenso wie der Körper beim Tode in seine elementaren Bestandteile zerfällt, so auch der Geist, und die realen

Vorgänge eines Leichnams mögen sich zu unserem Bewufstsein verhalten, wie die einfache chemische Zusammensetzung des toten zu der komplizierten des lebenden Körpers."

Ebensowenig berechtigt erscheint mir die Behauptung, wenn die Materie zur Erscheinung herabsinkt, fände das Energiegesetz keine Anwendung mehr auf sie, das vielmehr eine reale und mechanisch aufzufassende Materie voraussetze.

Abgesehen davon, dafs das Energiegesetz ein Gesetz einer Spezialwissenschaft ist, die das in der Erfahrung gegebene Material hinzunehmen hat, ohne nach dessen erkenntnistheoretischen Grundlagen zu fragen, so gestattet doch gerade der Parallelismus eine konsequente Durchführung des Energiegesetzes. Indem er eine Wechselwirkung zwischen Physischem und Psychischem leugnet, welch letzteres doch nie mechanisch gedeutet und auch nicht dem Energiegesetz unterworfen werden kann, indem er andererseits behauptet, dafs aufser dem Physischen auch alles Psychische, also somit die gesamte Wirklichkeit, für uns in die Erscheinung tritt, also als Physisches betrachtet werden kann, ermöglicht er es, die ganze Welt rein mechanisch zu konstruieren und dem Energiegesetz zu unterwerfen. Denn mechanistische Naturauffassung und Energiegesetz sind doch nur Hypothesen, die wir auf die physische Welt anwenden, um in ihr einen eindeutigen Zusammenhang herstellen zu können. Und was daran ändern soll, dafs die Materie in letzter Linie nur Erscheinung eines Geistigen ist, vermag ich nicht einzusehen.

Verf. geht nun zum positiven Teil seiner Arbeit über.

Als letzte Ursachen sind Kräfte anzunehmen, und da nach der Kategorie der Substantialität jede Kraft an einen Stoff gebunden sein mufs, so gelangt man zur Annahme von Atomen, die mit ursprünglichen, nicht weiter ableitbaren Qualitäten ausgestattet sind. Aber wollte man diese Kräfte als zum Wesen des Atoms gehörig betrachten, die vor und abgesehen von aller Bewegung mit anderen Atomen wirken können, so hätte man ein Geschehen ohne Ursache, ein ursachloses Wirken. Auch für die einfachen Kräfte der Atome müssen Ursachen existieren, die natürlich nicht wieder in anderen Kräften gesucht werden, vielmehr nur durch die Wechselwirkung der einzelnen Atome ausgelöst werden können. Die Verschiedenheit der Wirkung ist Verschiedenheit der Qualitäten, die den einzelnen Atomen zukommen, die nicht zu verwechseln sind mit den Eigenschaften, die wir den einzelnen Dingen zuschreiben. Qualitätsgleiche Atome wären nicht im stande sich gegenseitig zur Kraftentfaltung zu veranlassen. Eine Mannigfaltigkeit mufs in der Natur also von vornherein angenommen werden. So gelangt man zum Pluralismus, nicht zum Monismus.

Durch ähnliche Überlegungen, ebenfalls von dem Satze ausgehend, dafs jede Kraft einen Stoff voraussetzt, der ihr Träger ist, verwirft Verf. alle Anschauungen, die die Einheit des Bewufstseins ohne die Annahme einer Seelensubstanz erklären wollen; sie alle scheitern daran, dafs man „aus der Zusammenwirkung von Zuständen, die nicht zusammenwirken können, weil sie verschiedenen Wesen angehören, einen Gesamtzustand ableiten will, der, weil jedes Trägers entbehrend, kein Zustand sein kann. Man sieht sich also schliefslich gezwungen, keine formale, sondern eine reale Ver-

einigung der verschiedenen geistigen Zustände anzunehmen, und eine solche ist nur möglich, wenn dieselben als Zustände eines und desselben unteilbaren Wesens gedacht werden. Die Seele ist nach Art der Atome also ein einfaches reales Wesen, das zwar infolge seiner großen qualitativen Verschiedenheit nicht dieselben chemischen Vorgänge eingeht wie die Gehirnatome, aber doch mit diesen in bestimmter Wechselwirkung steht, die an sich nicht geheimnisvoller ist als die zwischen den körperlichen Atomen untereinander. Der Geist ist nun ein System von Tätigkeitszuständen in diesem Seelenwesen. Indem nun mit diesen inneren Zuständen der Seele solche des Gehirns und des übrigen Körpers verbunden sind, und da sich innere und äußere Zustände einander widersprechen, ist es erklärlich, wie die Seele durch Gehirn und Organismus zu wirken im stande ist.

Diese Anschauung ist kein Dualismus im Sinne eines schroffen Gegensatzes zwischen Leib und Seele, vielmehr besteht eine durchgängige Wechselwirkung zwischen leiblichen und geistigen Vorgängen; die alle dem Gesetze von der Erhaltung der Energie unterworfen sind. Daraus folgt dann schließlich die persönliche Unsterblichkeit des Geistes.

Moskiewicz (Breslau).

L. Busse. **Geist und Körper, Seele und Leib.** Leipzig, Dürr, 1903. 488 S. Mk. 8,50.

Das vorliegende, flott, maßvoll und klar geschriebene, angenehm zu lesende, mit zahlreichen Literaturnachweisen versehene Buch beabsichtigt einmal allgemein über die verschiedenen in Bezug auf die Frage des Verhältnisses zwischen Physischem und Psychischem vorliegenden Standpunkte zu orientieren, sodann die eigene, aus seinen früheren Schriften bekannte Auffassung des Verf. möglichst sicher zu begründen und zu verteidigen. Zu diesem Zwecke bietet es zuerst (S. 12—61) eine nur als „entrée“ gemeinte Widerlegung des Materialismus; dann folgt (S. 62—474) die „pièce de résistance“ unter dem Titel: „Psychophysische Wechselwirkung oder psychophysischer Parallelismus?“ Der psychophysische Parallelismus wird zunächst nach drei Gesichtspunkten eingeteilt: nach der „Modalität“ in empirischen und metaphysischen Parallelismus, nach der „Quantität“ in partiellen und universellen Parallelismus, nach der „Qualität“ in materialistischen, realistisch-monistischen, idealistisch-monistischen und dualistischen Parallelismus; von diesen werden der empirische, der partielle und der materialistische Parallelismus als unechte, mit Inkonsequenzen behaftete, entweder nichtssagende oder in den reinen Materialismus verlaufende Formen ausgeschieden, und die anderen einer genaueren Prüfung unterzogen. Als Vorteile des Parallelismus werden die vollständige Währung der Rechte der Naturwissenschaft und die Ermöglichung einer wenigstens scheinbaren Versöhnung von Verstand und Gemüt anerkannt; diesen Vorteilen wird aber ein langes Sündenregister (S. 129—379) gegenübergestellt. Was zuerst den metaphysischen Unterbau anbelangt, so seien weder die zur Erläuterung der realistisch-monistischen Auffassung verwendeten Bilder überzeugend, noch auch der Gedanke einer durch ein unbekanntes Drittes vermittelten, oder auch nicht vermittelten Identität zweier heterogener Erscheinungsreihen wirklich faßbar. Nicht viel besser sei es um

die idealistisch-monistische Auffassung bestellt. Zwar sei sie von den Widersprüchen und Unklarheiten jener frei; dafür müsse sie aber, da sie ja das Physische leugnet, den Gedanken eines im eigentlichen Sinne psychophysischen Parallelismus, sowie auch denjenigen einer wesentlichen Identität der beiden Reihen aufgeben; aufserdem kommen für sie die physischen Parallelerscheinungen nicht gleichzeitig mit, sondern erst nach den psychischen zur Verwirklichung, und dürfe den ersteren keine eigene Gesetzmäfsigkeit und keine Vollständigkeit zugeschrieben werden. Um diesen beiden Mängeln abzuhelfen, sei der idealistisch-monistische Parallelismus genötigt, die Inhalte der sinnlichen Wahrnehmung zu verselbständigen, zu objektivieren; auch in dieser verbesserten Gestalt sei aber der Parallelismus keineswegs als die notwendige Konsequenz des Idealismus anzuerkennen, da die Möglichkeit, dafs die psychischen Prozesse keine sinnlichen Wahrnehmungen zu erzeugen vermögen und demnach keine Parallelglieder besitzen, sich von vornherein nicht ausschliefsen lasse, und da bei dem psychischen Prozefs der Konstatierung einer Parallelität zweier Reihen doch immer das Parallelglied zu eben diesem psychischen Prozefs einstweilen fehlen, also die psychische Reihe stets einen Überschufs aufweisen müsse. Des weiteren sei schwerlich zu leugnen, dafs, da wir doch überall Kausalität annehmen, wo regelmäfsige Aufeinanderfolgen gegeben sind, die Annahme einer kausalen Wechselwirkung zwischen Physischem und Psychischem im Vergleich mit der parallelistischen jedenfalls die näherliegende ist. Und endlich führe der Parallelismus auf allen Gebieten zu unmöglichen Konsequenzen: wie z. B. dafs auch Beziehungenz wischen Bewufstseinsinhalten, sowie die Einheit des Bewufstseins, physisch repräsentiert sein müssen; und dafs alle Tätigkeit lebendiger Organismen nach dem Muster der Reflexbewegungen zu erklären sei, somit auch alles durch menschliches Handeln verursachte Geschehen von der Herrschaft psychischer Faktoren unabhängig gemacht werde; diesen ungereimten Folgerungen könne auch der idealistische Parallelismus nicht entgehen, da ja nach Obigem auch diese Form des Parallelismus nur unter der Voraussetzung der Objektivierung und Verselbständigung der physischen Erscheinungen sich durchführen lasse, auch ohne diese Voraussetzung das Energieprinzip, den Grundsatz der geschlossenen Naturkausalität und die Ausschliefsung psychischer Kausalität nicht handhaben könne. Aufserdem erfordere der Parallelismus eine pluralistische und mechanische Psychologie: Ersteres wegen der atomistischen Zusammensetzung des der Seele entsprechenden Körpers, das andere, weil, wie die Erscheinungen, so auch die Gesetze auf psychischem denjenigen auf physischem Gebiete parallel verlaufen müssen. Demzufolge sei weder für eine substantielle Seele (welche doch erst die Einheit des Bewufstseins ermögliche), noch für einheitliche Vorstellungen, noch endlich für Freiheit und Spontaneität in Denken und Wollen innerhalb der betreffenden Lehre Platz; es müssen für sie die logischen und ethischen Gesetze als allen Zufälligkeiten des physiopsychologischen Mechanismus preisgegeben erscheinen. Damit sei aber der Parallelismus, seinem ethischen Wert nach, wieder auf die Stufe des Materialismus zurückgedrängt worden; unsere Ideale könne derselbe nur als vorübergehende Illusionen begreifen, und auch die Hoffnung auf eine irgendwie wertvolle

Unsterblichkeit vermöge er nicht zu begründen. — In allen diesen Punkten sei nun die Wechselwirkungslehre (S. 380—474) dem Parallelismus gegenüber bei weitem im Vorteil; gegen sie lassen sich eigentlich nur die Prinzipien der geschlossenen Naturkausalität und der Erhaltung der Energie ausspielen. Jene geschlossene Naturkausalität sei aber weder eine feststehende Tatsache noch eine aufserhalb des Gebietes der anorganischen Natur wohlbegründete Hypothese; dafs da, wo keine psychischen Erscheinungen vorliegen, solche auch nicht in den Gang des physischen Geschehens eingreifen, könne doch schwerlich beweisen, dafs jene auch nicht wirken wo sie tatsächlich gegeben sind. Was sodann das Energieprinzip betrifft, so sei bei der Formulierung desselben zwischen dem „Äquivalenzprinzip", nach welchem bei jeder Einwirkung von Körper auf Körper, und dem „Konstanzprinzip", nach welchem überhaupt in der Welt die Summe der Energie erhalten bleibt, zu unterscheiden; mit diesem letzteren sei allerdings, trotz aller gegenteiligen Behauptungen, die Wechselwirkungslehre unvereinbar, aber dasselbe sei auch in keiner Weise wissenschaftlich gesichert; das erstere dagegen, welches in der Tat als empirisch erwiesen gelten dürfe, schliefse offenbar die Wechselwirkung zwischen Körper und Seele nicht aus. So bleiben denn schliefslich für die Wechselwirkungslehre nur Vorzüge, und für den Parallelismus nur Nachteile zurück; und kann der Verf. mit einem Entwurf idealistisch-spiritualistischer Weltbetrachtung, welcher zwar zwischen monadologischem Spiritualismus und objektivem Idealismus die Wahl läfst, aber jedenfalls die kausalistische Auffassung des Verhältnisses zwischen Leib und Seele als gesichertes Fundament voraussetzt (S. 475—482) seine Arbeit beschliefsen.

Es wird dem Ref., dessen Ansichten als eines Vertreters des idealistisch-monistischen Parallelismus der Verf. mehrfach seiner Kritik unterzieht, gestattet sein, in möglichster Kürze einiges zur Verteidigung jener so scharf angegriffenen Weltanschauung beizubringen. Dazu ist aber vor allem mit Nachdruck ein fundamentales Mifsverständnis zurückzuweisen, welches einen grofsen Teil der Polemik des Verf. beherrscht: ich meine die S. 158 zuerst ausgesprochene und später wiederholt verwendete Ansicht, dafs der idealistisch-monistische Parallelismus „die Inhalte unserer sinnlichen Wahrnehmungen verselbständigen, objektivieren müsse", dafs derselbe also, „um den Parallelismus der Erscheinungen und der intelligibeln Vorgänge wirklich durchführen zu können, vergessen müsse, dafs die Erscheinungen blofs Erscheinungen sind", und dafs er „sich — unter dem Vorbehalt, diese Ansicht metaphysisch durch eine idealistische zu ersetzen — auf den Boden des Realismus stellen, und den physischen Vorgängen den gleichen Realitätswert zuschreiben müsse als den psychischen." Nun dürfte wohl nichts sicherer sein, als dafs weder Paulsen, noch Ebbinghaus, noch ich jemals daran gedacht haben, eine solche Objektivierung der Wahrnehmungsinhalte (wodurch eben der realistische Parallelismus mit Haut und Haar in den idealistischen hinübergenommen, und aufserdem eine doppelte Wahrheit von der bedenklichsten Sorte, ein metaphysischer Vorbehalt innerhalb der Metaphysik, eingeführt sein würde) vorzutragen oder gutzuheifsen: das wird denn auch vom Verf. gar nicht behauptet, sondern er glaubt auf eigene Faust eine seiner Ansicht nach

notwendige und unabweisbare Korrektur in die von ihm bekämpfte Lehre anbringen zu dürfen, — und verdirbt damit die ganze Geschichte. Der Grund seines Irrtums aber liegt wieder einmal in jenem alten Gespenst des „wahren" und „echten", nämlich spinozistischen oder neospinozistischen Parallelismus, welches schon so viele Antiparallelisten trotz besten Willens gehindert hat, sich den neueren Ansichten frei und vorurteilslos gegenüberzustellen, und dieselben so zu sehen, wie sie nun einmal sind. Man könnte nachgerade die Hoffnung verlieren, jemals dieses Gespenst zu verscheuchen; ich will aber noch einmal den Versuch machen. Es existieren also nach unserer Auffassung die physischen Erscheinungen ganz sicher nur als Wahrnehmungsinhalte im Bewufstsein, und nirgendwo sonst; wenn wir also sagen, dafs jedem realen (nach universell-parallelistischer Auffassung psychischen) Prozefs eine physische Erscheinung „entspricht", „als Parallelglied zugeordnet ist" u. s. w., so meinen wir damit nicht, dafs, so oft ein realer Prozefs vorliegt, auch jedesmal eine bestimmte physische Parallelerscheinung tatsächlich irgendwie existiert; sondern wir meinen nur, dafs, so oft ein realer Prozefs vorliegt, in demselben die spezifische Bedingung gegeben ist, welche unter geeigneten, als Adaptation von Sinnesorganen wahrzunehmenden Umständen jene bestimmte physische Parallelerscheinung in menschlichen oder tierischen Bewufstseinen hervorrufen würde. Wir meinen also ein durchwegs gleichartiges Verhältnis wie dasjenige, welches der Physiker im Sinne hat, wenn er jeder Wellenlänge des Lichtes eine bestimmte Farbenempfindung zuordnet, obgleich selbstverständlich jene Wellenlängen sich zahllose Male in der Natur verwirklichen ohne Farbenempfindungen hervorzurufen. Dasjenige was man sich bei dem Worte „die Natur" vorzustellen oder in begrifflicher Zusammenfassung zu denken pflegt, nämlich die Gesamtheit der überhaupt möglichen physischen Erscheinungen (meine „sekundäre Reihe") ist also nach dieser Auffassung ein reines Gedankending; dessen Inhalte jedoch deshalb für uns von unvergleichlicher Bedeutung sind, weil sie das einzige sind, was wir als Vertretung der uns direkt unzugänglichen Aufsenwelt besitzen. — Diese Gedanken scheinen mir äufserst einfach und durchsichtig; wer sich aber wirklich einmal in dieselben hineingedacht hat, dem werden weitaus die meisten der stets wieder gegen den idealistisch-monistischen Parallelismus erhobenen Einwände kaum mehr ernste Schwierigkeiten bereiten.

Wir wollen, dieses nachzuweisen, die oben referierten Einwände Busses zum Schlufs noch einmal einzeln durchnehmen. „Einen eigentlich psychophysischen Parallelismus kann die idealistisch-monistische Theorie nicht anerkennen." Das ist schliefslich Wortfrage: die Theorie nimmt an und kann annehmen, dafs allen psychischen Prozessen physische Erscheinungen im oben festgestellten Sinne entsprechen. — „Auch die Identität der beiden Reihen mufs sie aufgeben." Gewifs: eine solche hat aber auch nicht sie, sondern nur der ältere Monismus behauptet. — „Sie mufs die physischen Erscheinungen zeitlich nach den entsprechenden psychischen eintreten lassen." Allerdings, sofern sich dieselben nämlich verwirklichen; das kann ihr aber nicht hindern, in Gedanken jedem psychischen Prozefs diejenige physische Erscheinung zuzuordnen, welche er eben unter geeigneten Umständen hervorrufen würde. — „Sie darf den physischen Er-

scheinungen keinen geschlossenen Zusammenhang und keine Gesetzlichkeit zuschreiben." Sicher nicht den in der tatsächlichen Wahrnehmung gegebenen physischen Erscheinungen; darf sie aber auch nicht annehmen, dafs, wenn einmal für eine beliebige Reihe realer Prozesse die geeigneten Adaptationsbedingungen durchgängig verwirklicht wären, die resultierenden Wahrnehmungsinhalte eine geschlossene und gesetzlich zusammenhängende Reihe darstellen würden? Mehr als dieses hat sie aber niemals behauptet. — „Aber der Parallelismus ist doch keine notwendige Konsequenz des Idealismus." Freilich nicht: der Parallelismus ist nur eine in den Rahmen des Idealismus vortrefflich passende, übrigens aber durch die Tatsachen zu beglaubigende und teilweise schon beglaubigte Hypothese. — „Ist es nicht denkbar, dafs die psychischen Prozesse keine sinnlichen Wahrnehmungen zu erzeugen vermögen, und demnach keine physischen Parallelglieder besitzen?" Gewifs ist das denkbar, und zwar nicht nur von den psychischen, sondern von allen überhaupt denkbaren realen Prozessen; es wird aber speziell für die ersteren unwahrscheinlich durch dasjenige, was Anatomie, Physiologie und Pathologie uns über den engen Zusammenhang zwischen Bewufstseinsprozessen und Gehirnerscheinungen lehren (und wovon merkwürdigerweise in diesem ganzen, dem Zusammenhang zwischen Leib und Seele gewidmeten Buche nirgends die Rede ist). Fände sich aber zu irgendwelchem realen Prozefs die zugehörige physische Erscheinung nicht, so wäre dennoch die Naturwissenschaft berechtigt und verpflichtet, entweder eine physische Hypothese oder ein durch Beziehungen zu anschliefsenden physischen Erscheinungen definierter Begriff in die Lücke eintreten zu lassen; wie sie es denn auch tatsächlich überall (z. B. mit dem Begriffe der Schwerkraft) macht. Doch würde es uns zu weit führen, diesen Gedanken hier weiter auszuarbeiten. — „Die Konstatierung des Parallelverlaufs würde immer einen Überschufs auf der psychischen Seite zurücklassen." Das heifst: Es würde in jedem Augenblick die Zahl der vollzogenen psychischen Prozesse eins mehr betragen als die Zahl der tatsächlich wahrgenommenen Gehirnerscheinungen; aber nach obigem behauptet der idealistisch-monistische Parallelismus auch gar nicht, dafs jeder psychische Prozefs tatsächlich eine Wahrnehmung veranlasse. — „Warum dürfen wir nicht, hier wie überall, aus der regelmäfsigen Verbindung physischer und psychischer Erscheinungen auf ein direktes Kausalverhältnis zwischen denselben schliefsen?" Unter anderem deshalb nicht, weil wie alle aus guten Gründen annehmen, dafs die physischen Erscheinungen (z. B. die Gesichtswahrnehmung einer in meine Haut eindringenden Nadelspitze) sehr vermittelte Wirkungen unbekannter Realen sind, und wir also nur ein solches unbekanntes Reale, nicht aber jene Gesichtswahrnehmung, als die Ursache des nachfolgenden Schmerzes bezeichnen dürfen. Nach der idealistisch-monistischen Theorie ist aber jenes unbekannte Reale selbst ein Psychisches, und als solches durch verschiedene Vermittlung, aber stets nach psychischen Gesetzen, Ursache jener Gesichtswahrnehmung und jenes Schmerzes; und sind des weiteren allen dreien mögliche physische Erscheinungen zugeordnet, welche unter sich naturgesetzlich zusammenhängen. — „Aber für Beziehungen zwischen Bewufstseinsinhalten, sowie für die Einheit des Bewufstseins kann es doch keine physischen Parallel-

glieder geben!" Warum nicht? Der Verf. gesteht ja selbst zu, dafs es für den Parallelismus „vollständig genügt, wenn jeder (Empfindung oder Vorstellung) ein irgendwie beschaffener, aber durchaus bestimmter physiologischer Vorgang entspricht, und den Verschiedenheiten auf psychischer Seite auch Verschiedenheiten der physiologischen Prozesse parallel gehen" (S. 213); in diesem Sinne können aber auch physiologische Beziehungen den psychischen entsprechen. — „Der Parallelismus unterwirft alles Handeln dem physiologischen Mechanismus." Keineswegs, sondern genau das Umgekehrte: der physiologische Mechanismus ist eben nichts weiter als die unter gewissen Bedingungen eintretende Abspiegelung der psychischen Faktoren, welche dem Handeln zu Grunde liegen. — „Aber wo bleibt denn, wenn die physischen Erscheinungen nicht objektiviert werden, das Energieprinzip?" Das Energieprinzip ist so zu deuten, dafs sich in der realen Welt eine bestimmte Gröfse konstant erhält, welcher in den physischen Erscheinungen eben dasjenige, was als Energie gemessen wird, entspricht. — „Und die geschlossene Naturkausaliät?" Die Naturgesetzlichkeit (keine wahre Kausalität) beruht darauf, dafs die reale Kausalität sich notwendig in die Erscheinungswelt abspiegelt, demzufolge denn die einzelnen uns gegebenen Bruchstücke der letzeren sich als Glieder eines umfassenden gesetzlichen Zusammenhanges auffassen lassen. — „Aber die Ausschliefsung der Wechselwirkung zwischen Leib und Seele?" Diese wird nur in dem Sinne ausgeschlossen, dafs man in einer Kausalformel nicht willkürlich die reale Ursache oder die reale Wirkung durch die entsprechende physische Erscheinung, also durch eine unter ganz besonderen Umständen möglicherweise durch dieselbe in ein menschliches Bewufstsein hervorzubringende Nebenwirkung ersetzen darf. — „Der Parallelismus fordert eine pluralistische Psychologie; er kann keine substantielle Seele zulassen." Das ist unbedingt zuzugestehen; es fragt sich aber, warum, neben der Bildung sejunkter Vorstellungsgruppen in einem individuellen Bewufstsein, nicht auch die Bildung sejunkter Individualbewufstseine im Weltbewufstsein denkbar sein sollte. — „Er fordert auch eine atomistische Zersplitterung aller psychischen Inhalte." Wohl kaum: es steht nichts dagegen, dafs ein unzerlegbares aber vielseitiges Reale durch sinnliche Vermittlung die Wahrnehmung einer Vielheit erzeugen sollte. — „Und er fordert endlich eine mechanistische Auffassung des Seelenlebens, welche Freiheit und Spontaneität ausschliefst." Allerdings, sofern Mechanismus nichts weiter als strenge Kausalität, und Freiheit oder Spontaneität die Leugnung derselben bedeutet. — „Aber die parallelistische Psychologie mufs auch die Verpflichtung auf sich nehmen, zur Erklärung des gesamten Seelenlebens mit den Assoziationsgesetzen auszukommen." Ich sehe die Notwendigkeit nicht ein: auch die logischen Gesetze, welche Prämissen mit Schlufsfolgerungen —, auch die ethischen, welche Vorstellungen menschlichen Wollens und Handelns mit Gefühlen der Billigung oder Mifsbilligung verbinden, müssen sich, wenn jene Prämissen, Schlufsfolgerungen, Vorstellungen und Gefühle ihre bestimmten physischen Repräsentanten haben, in Naturgesetzlichkeiten abspiegeln. — „Aber dann könnten doch jene logischen und ethischen, und diese Naturgesetze miteinander in Konflikt geraten." Genau so wenig, wie die an einem beliebigen Dinge, und die an seinem Schattenbilde wahr-

zunehmenden Verhältnisse. — „Es wären aber doch die logischen und ethischen Gesetze von der spezifischen Kausalität der materiellen Gehirnprozesse abhängig.“ Nein, sondern die spezifische Kausalität der Gehirnprozesse von den logischen und ethischen Gesetzen. — „Unsere Ideale müssen doch als vorübergehende Illusionen erscheinen.“ Warum als Illusionen und warum als vorübergehend? Könnten sie nicht in ursprünglichen und ewigen Gesetzen des Psychischen begründet sein? — „Und die Unsterblichkeit?“ Eine Unsterblichkeit des Individuums scheint auch mir nach parallelistischen Prinzipien wenig wahrscheinlich; wäre es aber nur als ein Verlust zu betrachten, der individuellen Beschränkung endlich einmal loszuwerden, und in ein gröfseres Ganzes aufzugehen? Aber weder verfügen wir angesichts dieser Frage über zureichende Daten zur Entscheidung, noch wäre es, wie auch der Verf. anerkennt, erlaubt, unsere Wünsche als Kriterien der Wahrheit gelten zu lassen.

Das wären also in aller Kürze die Gründe, kraft deren ich mich berechtigt finde, auch nach diesem neuesten Angriff mit ungeschwächtem Vertrauen an dem idealistisch-monistischen Parallelismus festzuhalten. Auf speziellere Punkte einzugehen, erscheint kaum nötig; einige bei genauerem Zusehen leicht zu korrigierende Mifsverständnisse in Bezug auf den Inhalt meines Parallelismusartikels (S. 137, 148—150, 156, 165, 259) mag es genügen angedeutet zu haben. Ich schliefse mit dem Wunsch, dafs hier und da ein Leser des Bussesschen Buches, nachdem er sich zuerst den Sinn des oben (S. 3—4) gebotenen Schemas vollständig klar gemacht hat, die Einwände des Verf. mit meinen Antworten wird zusammenhalten wollen, und genau nachsehen, was von jenen zurückbleibt. Heymans (Groningen).

Eduard Hirt. **Beziehungen des Seelenlebens zum Nervenleben. Grundlegende Tatsachen der Nerven- und Seelenlehre.** München, Reinhardt, 1903. 50 S. Mk. 1,20.

Der erste Teil des klar und anregend geschriebenen Büchleins, das sich in erster Linie an Laien wendet, behandelt in knapper, übersichtlicher Form die wichtigsten Grundtatsachen der Anatomie, Physiologie und Pathologie des Zentralnervensystems, soweit sie für die Psychologie in Betracht kommen. Es wird die Abhängigkeit der psychischen Elementarerscheinungen (Empfindung, Vorstellung, Gefühl, Assoziation) von ganz bestimmten Gehirnpartien betont. Die Frage nach den Beziehungen zwischen Physischem und Psychischem überhaupt wird durch den Hinweis auf den psychophysischen Parallelismus beantwortet.

Im zweiten Teile wird auf die Verschiedenheit der Begabung der Menschen näher eingegangen. Qualitative Unterschiede zwischen dem Genie und dem Durchschnittsmenschen anzunehmen, haben wir kein Recht; der Unterschied besteht vielmehr nur in einer gröfseren Anzahl von Begriffen und einer rascheren und sichereren Assoziationstätigkeit.

Die engen Beziehungen zwischen psychischen Abnormitäten und Gehirnveränderungen unter Hinweis auf pathologische Fälle werden zum Schlufs der Arbeit besprochen. Moskiewicz (Breslau).

A. TSCHERMAK. **Studien über das Binokularsehen der Wirbeltiere.** Einleitende Mitteilung. *Pflügers Archiv* **91**, 1—20. 1902.

Nach T. ist eine Sonderung der physiologischen Frage nach dem Zusammenarbeiten beider Augen und der anatomischen der Chiasmakreuzung notwendig, und auch durch das Ergebnis, daſs einige Wirbeltiere bei totaler Optikuskreuzung einen binokularen Gesichtsraum besitzen, gerechtfertigt. Zur näheren Bestimmung von Winkelöffnung und Scheitelpunkt des binokularen Gesichtsraums wurden an frischpräparierten Schädeln die Hinterflächen der Augäpfel freigelegt und die Netzhautbildchen einer bewegten Lichtquelle beobachtet. Untersucht wurden: Kaninchen (Albino), Ratte (Albino), Huhn, Taube, Frosch, Karpfen. Bei beiden letzteren muſsten Sklera und Chorioidea gefenstert werden. Alle untersuchten Tiere besitzen einen binokularen Gesichtsraum verschiedener Querausdehnung. Der Scheitelpunkt desselben fällt entweder mit der Schnauzenspitze zusammen (Ratte, Frosch) oder liegt etwas vor der Schnauzen- bezw. Schnabelspitze (Kaninchen, Huhn, Taube, Karpfen). Beim Futterpicken ziehen Huhn und Taube den Kopf soweit zurück (Pickhöhe), daſs das Objekt schon gut im Bereich des binokularen Gesichtsraums liegt. Ein Vergleich des menschlichen Auges mit dem der Wirbeltiere ergibt, daſs das Auge eines Teiles derselben durch frontale Lage und die bei Grundstellung annähernd parallele Richtung der Augenachsen dem menschlichen Auge näher steht, bei welchem die Mitte des binokularen Netzhautfeldes nahe der Achse liegt. Bei den meisten Wirbeltieren weisen aber die Augen bei seitlicher Lage bedeutende Divergenz der Augenachsen auf, der Mittelpunkt des binokularen Netzhautfeldes liegt weit von der Achse entfernt. Aus den Schluſsbetrachtungen über das binokulare Sehen der Tiere sei folgendes hervorgehoben. Es ist wahrscheinlich, daſs auch beim Wirbeltier die binokularen Netzhautteile korrespondent sind, sowie daſs die Grundstellung der Augen ebenfalls die ist, bei welcher ein in der Längsachse der Kopfes gelegenes fernes Objekt auf den korrespondenten Mitten der Binokularfelder zur Abbildung kommt. Bei etwa gänzlich fehlendem binokularem Gesichtsraum ist nicht anzunehmen, daſs die Eindrücke bloſs alternierende Verwertung fänden oder ein Wettstreit der Eindrücke statthätte; vielmehr kann zwischen den beiden Achsenpolen keine Beziehung sein. Die Tiere würden sonst weit getrennte Auſsendinge am gleichen Orte sehen. Bei Grundstellung werden nur ferne Objekte des binokularen Gesichtsraumes korrespondent abgebildet, nähere „disparat". Dadurch erhalten die Tiere wahrscheinlich auch stereoskopische Eindrücke von nahen Objekten.

W. TRENDELENBURG (Freiburg i. Br.).

O. SIVÉN und v. G. WENDT. **Über die physiologische Bedeutung des Sehpurpurs. Ein Beitrag zur Physiologie des Gelb-Violettsehens.** *Skandinav. Arch. f. Physiol.* **14**, 196—223. 1903.

Die Verff. finden in Versuchen am santoninvergifteten Auge Aufklärung über die Bedeutung des Sehpurpurs. Sie haben an sich selbst und an Tieren Versuche über die Santoninwirkung gemacht und sich dabei in erster Linie folgende Fragen vorgelegt: 1. Wie wird unsere Auffassung der Farben verändert? 2. Lassen sich während der Santoninvergiftung

funktionelle Veränderungen an der Retina nachweisen? 3. Lassen sich diese funktionellen Veränderungen mit der Störung der Farbenwahrnehmung in Zusammenhang bringen?

Von den Erfahrungen, die die Verff. machten, wenn sie sich selbst mit Santonin vergifteten, sei erwähnt, dafs sie (wie Ref.) primäres Violettsehen niemals beobachteten, auch kein Farbensehen im Dunkeln. Sehr auffällig und von allen bisher beobachteten abweichend ist die Angabe der Verff., dafs sie im „Halbdunkeln" gelbe und orangefarbene Objekte violett sehen, „also im Halbdunkel völlig gelb-orangeblind" sind, während im Hellen der Farbensinn sich bei Untersuchungen mit Holmgrenschen Wollen als durchaus normal funktionierend erwies. Dieser Punkt dürfte einer eingehenderen Prüfung wert sein.

Mit den Erfahrungen anderer Beobachter stimmen die Verff. wieder darin überein, dafs sie auch im hellen Raum die Schatten und dunklen Gegenstände violett sehen.

Violettblindheit, oder „Verkürzung des Spektrums am violetten Ende" konnten die Verff. nicht beobachten, sondern nur ein flackerndes, grauliches Aussehen des Violett. Eine Versuchsperson dagegen wurde im Santoninrausch violettblind.

Wiederum in schwer verständlichem Widerspruch mit den Beobachtungen anderer Autoren (auch des Ref., dessen Arbeit den Verff. entgangen ist) steht die Angabe, dafs das Gelbsehen nur in der Netzhautperipherie vorkomme, in der Fovea aber fehle.

„Ein gelb-orangefarbener Papierbogen erscheint im Halbdunkel rosaviolett. Wird dieses Papier plötzlich mit weifsem Bogenlicht beleuchtet, so nimmt es nicht unmittelbar seine richtige Farbe an. Die violette Farbe klingt gleichsam ab."

In späteren Versuchen mit Verwendung eines neuen Santoninpräparates erzielten die Verff. dann auch bei sich selbst „Violettblindheit", d. h. das Violett des Spektrums erschien ihnen nicht mehr violett, sondern farblos, grau. Der Ausdruck „Violettblindheit" ist also sehr cum grano salis zu nehmen. Das äufserste Rot erschien purpurfarben.

Die Verff sind nun der Ansicht, dafs die Erscheinungen, die sie bei Santoninvergiftung beobachteten, sich weder mit der Helmholtzschen noch der Heringschen Farbentheorie erklären lassen. Sie nehmen vielmehr an, der Sehpurpur sei die Sehsubstanz, durch die normalerweise das Sehen vom violetten Licht vermittelt wird. Das Santonin schädigt diese Substanz. Die Verff. zitieren bei dieser Gelegenheit die Versuche Filehnes, die zeigen sollten, dafs beim santoninvergifteten Frosch die Regeneration des Seh purpurs langsamer und unvollständiger vor sich gehe, als in derNorm. Die Verff. sagen, dafs sie Filehnes Versuche im wesentlichen bestätigen könnten, doch haben sie wie Filehne dem Frosch die gleiche absolute Dosis Santonin gegeben, wie sie beim Menschen nötig ist, um starke Vergiftung zu erzeugen, für die Gewichtseinheit dem Frosch also etwa die tausendfache Dosis! Auch haben sie ebensowenig wie Filehne den (vom Ref. angestellten) Versuch ausgeführt, die Santoninvergiftung beim Menschen sich im vollkommenen Dunkel entwickeln zu lassen, wobei keine Sehpurpurbleichung durch Licht stattfindet und doch im ersten Moment beim Einfall weifsen

Lichtes intensives Gelbsehen eintritt. Dieser Versuch schon macht die ganze Argumentation der Verff. illusorisch; auch in anderen Punkten bietet dieselbe Anlaſs zu sehr nahe liegenden Einwänden, die schwer zu widerlegen sein dürften.

Erwähnt sei, daſs die Namen Knies und v. Kries in der Arbeit fortwährend in einer sehr störenden Weise verwechselt sind.

W. A. Nagel (Berlin).

Levinsohn. **Über die Beziehungen zwischen Groſshirnrinde und Pupille.** *Zeitschrift f. Augenheilk.* 8 (5), 518.

An 4 Affen, 5 Katzen und 4 Hunden wurde, nach vorausgegangener Resektion des Sympathikus resp. des obersten Cervicalganglion in Chloroform-Alkohol-Narkose die Hirnrinde durch Trepanation freigelegt, nach Wiedererwachen faradisch gereizt und dabei die Pupille beobachtet. Da Verengerung nur sehr selten und inkonstant auftrat, kam als Pupillenwirkung nur Erweiterung in Frage. Diese ist bei starken Strömen von der ganzen Rinde auslösbar, mit schwachen nur von einigen Bezirken, nämlich dem Gyrus angularis, Occipitallappen und — beim Affen besonders empfindlich: der Nackensphäre, d. h. Gegend des Sulcus praecentralis. Alle diese als wirksam befundenen Partien wurden nachher exstirpiert, ohne daſs jedoch dauernde Ausfallerscheinungen an der Pupille sich erzeugen lieſsen.

Daraus folgt schon, daſs die Wirkung auf die Pupille durch Reizung jener Rindenpartien nur sekundär ist, wofür übrigens auch das Fortbestehen der Pupillenerweiterung durch sensible sowie akustische Reize, sowie die am Auge sonst noch eintretenden Veränderungen (Protrusion, assoziierte Muskelreizungen) sprechen. Verf. faſst die Wirkung auf als eine indirekt sensible Erweiterung, d. h. vermittelt einerseits durch die bei jeder Rindenreizung eintretenden Muskelkontraktionen, die auf Nervenendigungen wirken, andererseits durch Wirkung auf kortikale sensible Zentren. Da die Sympathikusresektion nur eine geringe Herabsetzung der Pupillenerweiterung durch Rindenreizung bewirkt, Okulomotoriusdurchtrennung jedoch das Phänomen aufhebt, so folgert Verf., daſs die Rindenreizung zweierlei Mechanismen gleichzeitig auslöst, Erschlaffung des Okulomotorius und Reizung des Sympathikus. Der M. sphincter pupillae und der M. dilatator pupillae sind also beide, wenn auch in entgegengesetzter Weise, von der Hirnrinde abhängig. Dr. Crzellitzer (Berlin).

Götz Martius. **Über die Dauer der Lichtempfindungen.** *Beiträge zur Psychologie und Philosophie*, hrsg. v. G. Martius, 1 (3), 275—367. 1902.

Verf. leitet seine umfangreiche Experimentaluntersuchung mit einer Kritik früherer Untersuchungen über die zeitlichen Verhältnisse der Lichtempfindung ein; er konstatiert, daſs in diesen häufig nicht oder nicht scharf genug zwischen der wirklichen Dauer der Licht*empfindung* und der Dauer der physiologischen Erregungsprozesse in Retina, Sehnerv und Sehzentrum oder gar der physikalischen Reizursache unterschieden worden ist. So können beispielsweise nach M. die Verschmelzungstatsachen, welche Gegenstand des Talbotschen Gesetzes sind, keine Art von Rückschluſs auf die Dauer der Lichtempfindung ermöglichen.

Diese Kritik ist gewiſs für manche Fälle zutreffend, und die reinliche Scheidung des Empfindungsvorgangs von den objektiv nachweisbaren Erregungsprozessen in der Arbeit von M. sehr anzuerkennen, um so mehr, da bei sinnesphysiologischen Arbeiten von psychologischer Seite nicht selten ein Irrtum sich geltend macht, der dem vom Verf. bei den Physiologen gerügten gewissermaſsen entgegengesetzt ist, der Irrtum nämlich, daſs aus der Natur der Empfindungen maſsgebliche Schlüsse über die Empfindlichkeitsverhältnisse, z. B. die Komponentengliederung, der Sinnesorgane zu ziehen wären, was bekanntlich nicht den Tatsachen entspricht. In einem oder dem anderen Punkte hätte übrigens auch der Martiusschen Untersuchung eine weitergehende Berücksichtigung physiologischer Erfahrungen zum Vorteil gereicht; auf einen dieser Punkte komme ich weiter unten noch zu sprechen.

Verf. behandelt kritisch hauptsächlich die bekannte Exnersche Arbeit „Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit". Das von Exner seinerzeit verwendete Verfahren zur Erzeugung beliebig langer und in beliebiger Sukzession wiederkehrender Lichtreize hat M. bedeutend vervollkommnet und zur Konstruktion eines höchst komplizierten aber auch, wie es scheint, sehr leistungsfähigen Apparates verwendet, dessen Beschreibung im Referat ausgeschlossen ist. Auch die mannigfachen, zum Teil sehr interessanten Beobachtungen können nicht im einzelnen wiedergegeben werden, da sie in kurzer Darstellung nicht leicht zu behandeln sind. Doch seien einige vom Verf. hervorgehobene Schluſsfolgerungen aus seinen Versuchen hier angeführt.

Aus einer Reihe von Nachbildversuchen mit dem neuen Apparat geht hervor, daſs in weiten Grenzen sowohl die Dauer des positiven Nachbildes, wie die zwischen ihrem Eintreten und dem Aufhören des Reizes verstreichende Zeit mit der Reizdauer zunimmt. Dauern die Reize über mehrere Sekunden an, so tritt wieder eine Verkürzung sowohl der Nachbilder selbst, wie dieser Zwischenzeit ein. Bei stärkeren und längeren Reizen wiederholen sich die Nachbilder (wie bekannt) mehrmals, indem zugleich ihre Dauer abnimmt, während die Pausen zunehmen. Was zuerst von den positiven Nachbildern nach kurzer Reizung der Netzhaut festgestellt ist, daſs das positive Nachbild von dem Ende des „Reizes" (gemeint ist „der primären Empfindung") zeitlich durch eine Pause getrennt ist (entdeckt von Purkinje, nicht von Hess, wie Verf. zitiert), gilt allgemein für alle Reize.

Diese letzte Angabe ist nicht zutreffend. Der Irrtum erklärt sich aus der ungenügenden Berücksichtigung der Adaptationsverhältnisse und der Differenzen im Verhalten verschiedener Netzhautteile. Die Angabe, daſs zwischen primärer Empfindung und erstem positiven (Purkinjeschem) Nachbild stets ein dunkles Intervall sich einschiebe, trifft für das dunkeladaptierte Sehorgan nicht zu, wie v. Kries bewiesen hat; für dieses geht schon bei sehr mäſsigen Helligkeiten das primäre Bild direkt in ein langes Nachbild über, ohne jede Lücke. Es erscheint einigermaſsen überraschend, wenn nach den heutigen doch schon reichlichen Erfahrungen über die Bedeutung des Adaptationszustandes für den Sehakt eingehende Untersuchungen über so subtile Fragen angestellt werden, in denen die Ein-

haltung eines bestimmten Adaptationszustandes unterlassen wird, obgleich das Versuchsverfahren keineswegs dazu zwingt. Es mufs betont werden, dafs die sämtlichen Ergebnisse der MARTIUSschen Arbeit aus diesem Grunde nur mit Vorbehalt verwertbar sind.

Doch zurück zu den vom Verf. formulierten Resultaten: Die Geschwindigkeit, mit welcher Reize verschiedener Intensität ihre Maximalwirkung erreichen, ist um so gröfser, je stärker der Reiz ist; die zur Maximalwirkung nötige Zeit („Maximalzeit") wächst aber langsamer als die Intensitäten.

„Der einzelne Erregungsvorgang verläuft zuerst schneller und dann langsamer und zwar um so mehr, je geringer die Intensität ist."

Die Dauer der Empfindungen ist einerseits abhängig von den Reizungsdauern, andererseits von den Intensitäten der Reize. Je länger die Dauer der Reize einerseits und je höher die Intensität andererseits, um so kürzer ist die Empfindungsdauer oder um so kürzer ist das Weiterbestehen der Empfindung über die Reizdauer hinaus, und zwar nimmt die Empfindungsdauer bei allen Intensitäten mit der Reizdauer sehr schnell, dann immer langsamer ab. Bei der gröfsten vom Verf. verwendeten (übrigens immer noch recht mäfsigen) Lichtintensität bedurfte es einer Zeit von 0,012 Sek. zur Maximalwirkung; nach einer Reizdauer von 0,1 Sek. erfolgte eine Verlängerung der Empfindungsdauer um nur 0,001 Sek.

Nach der Anschauung des Verf. führt schon die einfachste Lichtwahrnehmung drei verhältnismäfsig selbständige Prozesse mit sich, für welche die periphere Wirkung des Reizes nur die Veranlassung ist: den eigentlichen zentralen (primären) Erregungsvorgang und die Prozesse des positiven und negativen Nachbildes. Die bekannten Erscheinungen des sog. PURKINJEschen Nachbildes fafst Verf. so auf, dafs die hierbei zu beobachtende Sukzession von verschiedenen Stadien positiver und negativer Nachbilder nur eine durch die Versuchsbedingungen zur Gleichzeitigkeit gebrachte Projektion jener drei Prozesse sei. Das PURKINJEsche Bild (recurrent vision) ist nichts anderes als eine Kombination des positiven Helligkeitsnachbildes mit dem negativen farbigen Nachbild. Die „abnorme Dunkelheit" BIDWELLS ist das negative Helligkeitsnachbild.

Diese Dinge denkt sich Verf. doch offenbar etwas zu einfach. Seine Beobachtungen, die in dieser Frage interessieren würden, leiden ebenso wie diejenigen über das „Flimmern" an dem oben erwähnten Mangel, dafs der bei ihnen vorhandene Adaptationszustand nicht bekannt ist und auch die Gröfse des gereizten Netzhautbezirkes (für den Leser) nicht erkenntlich ist, was auf diesem Gebiete als unerläfslich bezeichnet werden mufs.

W. A. NAGEL (Berlin).

M. W. CALKINS. **Theorien über die Empfindungen farbiger und farbloser Lichter.** *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Physiol. Abt., Suppl. 1902, S. 244.

Miss CALKINS hält es für wünschenswert, dafs von „unbefangener Seite" von Zeit zu Zeit über Gebiete, wie das der Farbentheorien, Überblicke zu geben. So gibt sie denn einen solchen Überblick; unbefangen ist die Verf. insofern, als sie sich nicht auf Grund eigener wissenschaftlicher Untersuchungen für die eine oder andere der bekannt gewordenen Theorien ent-

scheidet; eine gewisse Befangenheit könnte man jedoch vielleicht darin finden, daſs Verf. der „psychologischen Analyse" der Farbenempfindungen ein solches Gewicht beimiſst, daſs daneben die Bedeutung physikalischer und physiologischer Gebiete verschwindet. Die subjektiven Eindrücke der Verf. mögen für sie selbst sehr überzeugend sein, für andere, z. B. den Referenten, reicht aber die Überzeugungskraft doch nicht aus, um die Fundamente der Dreifarbentheorie zu erschüttern.

Die wesentlichsten Folgerungen der Verf. sind folgende: Es ist festzuhalten, daſs es, auf Grund der psychologischen Analyse der Farbenempfindungen, vier, nicht drei, Grundfarben gibt: rot, grün, gelb und blau. Die farblose Lichtempfindung hat nicht als Misch-, sondern als Grundempfindung zu gelten. „Erkennt man dies als richtig an, so sind alle bezüglichen Sätze der Dreifarbentheorien von der Young-Helmholtzschen an zu verwerfen."

Unzweifelhaft kann farblose Lichtempfindung, auch ohne daſs man farbige Reize mischt, erzielt werden. „Diese Tatsache macht die Lehre der Young-Helmholtzschen Theorie, welche „farblos" als Mischung auffaſst, auch physiologisch zu nichte."

Eine Mischung von rotem und grünem Lichte erzeugt nicht farblose Lichtempfindung. „Dieses Faktum ist unvereinbar mit der Heringschen Theorie und allen ihren Modifikationen."

Die anatomische Struktur und die Netzhautverteilung der Stäbchen spricht dafür, daſs diese Gebilde nur farblose Lichtempfindung auszulösen vermögen.

Der Umstand, daſs Stäbchen und Zapfen ursprünglich völlig gleiche Gebilde sind, und daſs die Zapfen sich erst im Laufe der Entwicklung herausdifferenzieren, spricht mit gröſster Wahrscheinlichkeit dafür, daſs ein chemischer Prozeſs, welcher sich in Stäbchen und Zapfen in derselben Weise abspielt, farblose Lichtempfindung erzeugt; er spricht ferner dafür, daſs verschiedenen Phasen oder Stadien dieses chemischen Prozesses in den Zapfen die Ursache für die Farbenempfindung abgeben. Die letzteren Annahmen bilden die wesentlichen Merkmale der Theorie der molekularen Dissoziationen von Mrs. Ladd-Franklin; eine Farbentheorie von dieser Art scheint der Verf. „am besten mit den Beobachtungen und den Ergebnissen der physiologischen Forschung in Einklang zu stehen und die gröſste biologische Wahrscheinlichkeit zu besitzen." W. A. Nagel (Berlin).

E. Wehrli. **Über hochgradig herabgesetzten Farbensinn.** *Mitteil. d. Thurgauer Naturf. Gesellschaft* (15). 1903.

Verf. hat einen interessanten Fall hochgradiger Farbenschwäche bei einem jungen Postbeamten sorgfältig nach verschiedenen Methoden untersucht (Wollprobe, Stillings und des Ref. pseudoisochromatische Farbentafeln, Kontrastversuche, Farbenkreisel). Das Farbensystem zeigt starke Annäherung an die Merkmale der Rotblinden (Protanopen) und zugleich auch der Blaublinden (Tritanopen), bei weniger genauer Prüfung hätte er als Totalfarbenblinder erscheinen können. Dämmerungssehen, Dunkeladaptationsvermögen („Lichtsinn") ist normal, und die Kennzeichen des Dämmerungssehens (starke Unterwertigkeit des Rot) treten anscheinend

auch im Helladaptationszustand einigermafsen hervor. Von allen Farben werden nur gesättigtes Rot und Blau unter günstigen Umständen richtig erkannt, daneben bestehen aber die typischen Verwechslungen der Protanopen und Tritanopen (Dunkelrot = Schwarz; Hellblau = Hellgrün, = Gelb, etc.). Die Anomalie ist, soviel bekannt, eine angeborene. [Ref. hatte unlängst Gelegenheit zur Prüfung eines sehr ähnlichen Falles extremer Farbenschwäche aus nicht genau bekannter Ursache. Der Patient war in einer Augenklinik als glaukomatös behandelt und iridektomiert worden, während in einer anderen Augenklinik Nikotinvergiftung diagnostiziert wurde. Von Farben wurden im Spektrum nur Rot und Blau erkannt, ebenso an gesättigten Pigmentfarben. Die übrigen Farben erschienen grau. Das Dämmerungssehen war normal, d. h. die Schwellenwerte fielen nach Dunkeladaptation mit dem des Gesunden zusammen. Die Helligkeitsverteilung im Spektrum war aber nicht, wie offenbar in Wehrlis Fall, die des Protanopen (Unterwertigkeit des Rot), sondern die des Deuteranopen; eine Scheingleichung des Ref. (der Deuteranop ist), zwischen Rot und Gelb, stimmte in der Helligkeit für den Patienten.] W. A. Nagel (Berlin).

E. Th. v. Brücke und A. Brückner. **Über ein scheinbares Organgefühl des Auges.** *Pflügers Archiv* **91**, 360—372. 1902.

Verff. stellten weitere Untersuchungen über das von ihnen beschriebene „Abblendungsgefühl" (vgl. Ref. *diese Zeitschrift* **31**, 227—228) an. Dieses stellt sich besonders stark im Halbdunkel nach einseitiger Dunkeladapdation am helladaptierten Auge ein und besteht für die meisten Beobachter in dem Gefühl, als ob das Lid des betreffenden Auges herabgesunken sei. Aus den mannigfach variierten Versuchen, welche des näheren im Original zu verfolgen sind, geht hervor, dafs das Auftreten des Abblendungsgefühls von einer Minderwertigkeit des Bildes eines Auges abhängig ist. Auch an dem vom Sehakt ganz ausgeschlossenen Auge tritt das Gefühl ein. Bei geeignetem Wechsel ungleich starker Belichtung beider Augen konnte das Gefühl bald an dem einen, bald an dem anderen Auge hervorgerufen werden. Vorsetzen ungleich starker Konvexlinsen ergibt das Abblendungsgefühl auf dem Auge, welches undeutlicher sieht. Auch im völlig verdunkelten Raum entsteht es am helladaptierten Auge bei Dunkeladaptation des anderen Auges. Die subjektiven Lichterscheinungen des letzteren scheinen es zu bedingen. Die verschiedenen Netzhautpartien erscheinen als annähernd gleichwertig in bezug auf Entstehen des Abblendungsgefühls. Dasselbe scheint zentral bedingt zu sein und wurde deshalb als scheinbares Organgefühl bezeichnet. W. Trendelenburg (Freiburg i. Br.).

K. Grunert. **Über angeborene totale Farbenblindheit.** *v. Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **56**, 132. 1903.

Verf. hat die Literatur über totale Farbenblindheit um eine wertvolle Untersuchung bereichert, indem er zunächst einen objektiv gehaltenen Überblick über den Stand der Frage und ihre theoretischen Bedeutung für die Farbenlehre gibt, alsdann die wesentlichsten Tatsachen aus den Untersuchungsprotokollen der bisher bekannten Fälle von totaler Farbenblindheit (ca. 40) referiert und im Anschlufs daran seine eigenen Unter-

suchungsergebnisse bei fünf Fällen echter Achromatopie ausführlich mitteilt.

Abgesehen von dem Inhalt dieser letzteren Mitteilungen, von dem sogleich noch zu sprechen sein wird, liegt der Hauptwert der G.'schen Arbeit in dem deutlich erkennbaren und erfolgreichen Bestreben, in der theoretischen Diskussion über das Wesen und die Symptomatologie der totalen Farbenblindheit den verschiedenen, zum Teil sehr scharf aufeinander stoſsenden Richtungen in gleicher Weise gerecht zu werden und die Verdienste der einzelnen Autoren gleichmäſsig zu würdigen. Um so mehr muſs es dem Ref. zur Freude gereichten, den Verf. zu einem Standpunkte gelangen zu sehen, den auch er für den richtigen hält, dem aber die Ophthalmologen bisher, Hering-Hessscher Autorität folgend, ferner gestanden haben. Gerade eine solche ausführliche Zusammenstellung zahlreicher Fälle, wie sie Grunert gibt, zeigt aufs deutlichste, wie zwanglos sich das Symptomenbild der totalen Farbenblindheit, das sich nun immer klarer und charakteristischer herausbildet, in das Ganze der „Stäbchentheorie“ einfügt, wie wenig es andererseits zur Gegenfarbentheorie Herings stimmen will, ungeachtet der Tatsache, daſs dieser Forscher einen erheblichen Teil der wesentlichen Eigenschaften achromatischer Sehorgane festgestellt, ja teilweise sogar theoretisch vorausgesagt hatte. Zur Abrundung des Gesamtbildes gehören eben noch einige Symptome, die Hering weder voraussagen, noch auch mit seiner Theorie in Einklang finden konnte, und die dann auch von ihm und Hess aufs energischste bestritten wurden. Diese Symptome (vor allem das Vorkommen zentraler Skotome, dann auch der Nystagmus und Strabismus) erklären sich dagegen leicht nach der Stäbchentheorie.

Was G.s tatsächliche Feststellungen betrifft, so zeigen sie zunächst, daſs es sich bei seinen Fällen um typische totale Farbenblindheit handelt, mit der bekannten Helligkeitsverteilung im Spektrum, ausgeprägter Lichtscheu, Nystagmus und Strabismus verschiedener Form, sowie der regelmäſsig vorhandenen Amblyopie. In drei von fünf Fällen lieſs sich ein zentrales Skotom nachweisen, und zwar ein absolutes Skotom, das wesentlich kleiner ist, als der bekannten Kosterschen Angabe über den „stäbchenfreien“ Netzhautbezirk entsprechen würde, dagegen sehr gut mit den Messungen von v. Kries und Ref. über den durch den Adaptationsmangel gekennzeichneten zentralen Netzhautbezirk stimmt (um 1°). Von den Fällen, in denen zentrales Skotom nicht nachzuweisen war, ist der eine der schon von v. Kries untersuchte. Wie Ref. fand auch Verf. die Untersuchung auf Skotom durch den Nystagmus sehr erschwert, der in einem Falle sogar die genaue Bestimmung des Mariottischen blinden Fleckes fast unmöglich machte.

Das Fehlen zentraler Fixation kam in den verschiedenen Fällen in wechselnder Form zum Ausdruck; interessante Angaben hierüber sind im Original zu finden.

Während die letzten Mitteilungen Uhthoffs die Zahl der Fälle mit abnormem ophthalmoskopischem Befund vermehrt hatten, verschieben Grunerts Beobachtungen die Sachlage im umgekehrten Sinne. Die Makular-

regionen waren normal, soweit sich beobachten liefs; nur in einem Falle zeigte sich ein parazentraler Herd.

Röntgenstrahlen konnten die Patienten nicht wahrnehmen, zweifelsohne wegen ungenügender Qualität der Röhre, da mit guten Röhren jeder Mensch mit gutem Lichtsinn die Strahlen aufs deutlichste wahrnimmt.

Zum Schlufs gibt Verf. eine ausführliche Epikrise der gesamten gut untersuchten Fälle.

In der Körperkonstitution der total Farbenblinden liegt nichts Charakteristisches; Erblichkeit ist entschieden vorhanden, 11 mal sind Geschwister ebenfalls total farbenblind. Das Verhältnis der Männer zu den Frauen ist 2 : 1.

Der optische Bau der Augen ist sehr wechselnd, es kommt Emmetropie, Hyperopie und Myopie vor, letztere am häufigsten.

Die Helligkeitsverteilung im Spektrum ist mit Ausnahme des ganz seltsamen Rählmannschen Falles anscheinend überall dieselbe; in vereinzelten Fällen lag das Helligkeitsmaximum im Gelb (wofür wohl unzweckmäfsige Untersuchung den Grund bildete, Ref.).

Die zentrale Sehschärfe bewegt sich zwischen $^1/_{10}$ und $^1/_5$ der Norm, nur vereinzelt wird $^1/_4$ bis $^1/_3$ angegeben. Eine Ursache der Amblyopie ist nur selten erkennbar, makulare pathologische Befunde kommen aber doch in mehreren Fällen vor.

Die Lichtscheu ist ein fast konstantes Symptom; Verf. findet sie, nach eingehender Erwägung der verschiedenen Gesichtspunkte mit der Stäbchentheorie in Einklang, unter der Annahme, dafs der Sehpurpur ein optischer Sensibilisator ist.

Nystagmus ist häufig angegeben und erklärt sich aus der Minderwertigkeit des Netzhautzentrums und der leichten Ermüdbarkeit der Stäbchen.

Die peripheren Gesichtsfeldgrenzen sind fast stets normal, die periphere Sehschärfe, wo gemessen, nicht wesentlich von der Norm abweichend. In dem einen Falle des Verf. sind besonders interessante Gesichtsfeldbefunde vorhanden, parazentrale und Ringskotome; trotzdem fehlte hier ein anomaler Gesichtsfeldbefund.

Die Frage nach einem zentralen Skotom ist, wie auch v. Kries und Ref. betont haben, nicht so wichtig, dafs mit ihrer Beantwortung die Stäbchentheorie stehen oder fallen müfste. Die hochgradige Amblyopie der zentralen Partien weist nach Verf. entschieden auf einen Ausfall der Zapfenfunktion hin. Ausfall der Zapfenfunktion mufs in gewissem Mafse freilich auch auf die periphere Sehschärfe von Einflufs sein, doch liegt diese Schädigung der Peripherie vermutlich unterhalb der Grenze des für uns nachweisbaren.

Im ganzen sind jetzt 19 Fälle auf zentrales Skotom untersucht worden, darunter acht mit positivem Erfolg. Überall war die Untersuchung durch den Nystagmus erschwert.

Der Frage, ob es sich bei den Fällen von Zapfenblindheit um eine sog. „physiologische Anomalie“ handelt, ähnlich der partiellen Farbenblindheit, oder ob krankhafte Störungen im Uterinleben anzunehmen sind, läfst Verf. vorläufig in suspenso.

Die gesamten Tatsachen zwingen jedenfalls dazu, die totale Farbenblindheit typischer Form als Zapfenblindheit aufzufassen, unabhängig davon, welcher Farbentheorie man sonst den Vorzug geben will.

W. A. Nagel (Berlin).

Ostmann. **Die Beeinflussung des Rinneschen Versuches durch Schallleitungsstörung des anderen Ohres.** *Archiv für Ohrenheilk.* 57 (3/4), 193.

Es wurde an 32 Normalhörenden der Webersche Versuch, die Hörleistung für c = Perzeptionsdauer durch Luftleitung in Sekunden bei maximalem Anschlag der Gabel, sowie der Rinnesche Versuch einmal bei linkem offenem, dann bei linkem durch festes Verstopfen mit Watte schwerhörig gemachtem Ohr geprüpft. Es zeigte sich zwar stets positiver Ausfall des Rinneschen Versuches, jedoch grofse Zahlenschwankungen sowohl für die Perzeptionsdauer per os, wie für den positiven Wert der Luftleitung, Unterschiede, welche Verf. von der physiologischen Breite der normalen Hörleistung abhängig denkt.

Die durch Verstopfung des linken Ohres hervorgerufene verstärkte Knochenleitung übte insofern einen Einflufs auf den Ausfall des Rinneschen Versuches rechts aus, als dadurch eine Verlängerung der Knochenleitung und Herabsetzung des Wertes für Luftleitung sich konstatieren liefs.

H. Beyer (Berlin).

A. Lucae. **Über den diagnostischen Wert der Tonuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Bezoldschen „kontinuierlichen Tonreihe“ und der von mir geübten Untersuchungsmethode.** *Archiv für Ohrenheilk.* 57 (3/4), 205.

Zunächst wendet sich Verf. gegen die Bezeichnung „kontinuierliche Tonreihe“, da sie nur für die chromatische Tonleiter aufgestellt sei, bei der die Stufenfolge der Töne einen halben Ton betrage, während doch noch Tonunterschiede bis zu $^1/_{50}$ eines halben Tones wahrgenommen worden seien. Auch mit der Auswahl der Instrumente ist er nicht einverstanden, da nach den Quinckeschen und des Verf.s eigenen Untersuchungen die Stimmgabeln nicht obertönefrei seien, sondern jederzeit die Oktave des Grundtones mittöne, was allerdings mit der Höhe der Töne abnimmt. Da nun die Intensität der Töne mit der Höhe derselben gesteigert sei, „in der verschiedenen Qualität der Töne eine verschiedene Quantität“ enthalten sei, so beanstandet Verf. die Wahl Bezolds, der für die tiefen Töne Stimmgabeln und für die hohen Töne gedackte Pfeifen angewandt hat, und hält die umgekehrte Anordnung für zweckmäfsiger, für die hohen Töne von c^3—c^5 Stimmgabeln, die durch Anstreichen mit dem Cellobogen zum Tönen zu bringen sind, und für die tiefen Töne von c—c^2 gedackte Pfeifen zu verwenden oder in Ermangelung derselben wenigstens den Stimmgabelton durch Resonatoren zu verstärken. Im Gegensatz zu Bezold hält er auch die musikalischen Instrumente zur Ermittlung von Tondefekten sehr geeignet und bei negativem Ausfall der Stimmgabeluntersuchung die Anwendung von Resonatoren für nötig. Er glaubt, dafs der Ausfall besonders der Töne der unteren und mittleren Skala, trotz Verstärkung durch

Resonatoren die Diagnose der Erkrankung des perzipierenden Apparates berechtige.

Bei positivem Ausfall der Stimmgabeluntersuchung sei bei den grofsen Stimmgabeln sicher eine Tastempfindung mit zu berücksichtigen, besonders bei den mit ausgeprägtem Tastsinn ausgestatteten Taubstummen, ein Mifsstand, der sich bei den Pfeifen nach dem Vorschlage Bezolds dadurch vermeiden läfst, dafs man die Pfeife so dreht, dafs das Mundloch nicht zum Ohre sieht. Da nun manchmal musikalische Patienten angeben, die hohen Töne nur als Geräusche zu hören, so mahne diese Beobachtung zu grofser Vorsicht gegenüber den Angaben und den daraus zu ziehenden diagnostischen Schlüssen bei Untersuchung von Taubstummen. Dazu komme noch der Mangel der Intelligenz sowie die Beobachtungsfehler, besonders bei der langen Tonreihe.

Da nach Beobachtung des Verf.s weder die ultra- noch die inframusikalischen Töne von Bedeutung für die Perzeption der Sprache seien, so hält er es für zweckmäfsig, nur musikalische Töne zur Untersuchung zu benutzen und zwar empfiehlt er besonders die Verwendung des Harmoniums und gibt zum Schlufs eine eingehende Darstellung seiner eigenen Prüfungsmethode mit einzelnen erläuternden Beispielen von Labyrintherkrankungen.

H. Beyer (Berlin).

G. v. Marikovszky. **Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths.** *Pflügers Archiv* 94, 449—454. 1903.

Verf. berichtet über das Verhalten zweier Tauben, an denen vor $3^1/_2$ Jahren die doppelseitige Labyrinthexstirpation vorgenommen war. Beim Gang, der in einer Zickzacklinie erfolgt, pendelt der Kopf nicht nur um die Querachse, wie bei dem normalen Tier, sondern auch um die Längsachse. Bei täglich angestellten Flugversuchen stellte sich unvollkommenes Flugvermögen wieder her; spontanes Fliegen fehlte. Das Aufpicken der Nahrung war erschwert. Auf der Drehscheibe stellten sich statt des Kopfnystagmus unregelmäfsige Kopfbewegungen ein; bei verdecktem Kopf fehlten Kopfbewegungen völlig. Während sich eine labyrinthlose Taube mit offnen Augen auf einer horizontal gehaltenen Stange bei Bewegung derselben aufrecht erhalten kann, fällt sie bei verdecktem Kopf sofort herab. Weiter wurden an labyrinthlosen Tauben und Kaninchen Versuche über Reflexerregbarkeit an den Extremitäten resp. Ohren angestellt (Anwendung von Induktionsreizen). Bei beiderseitiger Zerstörung ist die Reflexerregbarkeit herabgesetzt, bei einseitiger blofs auf der entgegengesetzten Körperhälfte. Blofses Plombieren der Bogengänge bei Tauben ändert die Reflexerregbarkeit nicht. W. Trendelenburg (Freiburg i. Br.).

W. Weygandt. **Beiträge zur Psychologie des Traumes.** *Philosoph. Studien* 20 (2), 456—486. 1902.

Verf. unterzieht zunächst einen Teil der vorhandenen Traumliteratur einer Kritik. Er hält die Feststellung der Beziehungen zu den physiologischen Vorgängen des Zentralnervensystems für verfrüht. Er verwirft die Ansicht Serguejeffs, wonach das sympathische Nervensystem als Organ

des Schlafes anzusehen ist, ebenso die Ansicht, daſs das Wesen der Traumvorgänge in der Wunscherfüllung liege, wie FREUD, GRIESINGER und RADESTOCK dies behauptet hatten. Ferner wird die Ignorierung der Tiefschlafträume getadelt, und daſs GOBLOT behauptet, nur die während des Erwachens stattfindenden Träume könne man behalten, und daſs auch LAHUSEN den Traum nur als ein Erwachungsphänomen betrachtet. Auch über die zeitlichen Verhältnisse existieren noch unsichere Urteile. W. ist der Ansicht, daſs namentlich die Träume vor dem normalen, spontanen Erwachen weniger zusammenhängender Natur sind, und daſs nur bei plötzlicher, intensiver Störung die jedesmal auf den Reiz bezüglichen Vorstellungen sich ineinander verschieben. Ersteres zeigen namentlich die Wiederholungsträume, welche als solche von einem langsamen Gedankenfortschritt zeugen. Begreiflich erscheint W. die Zurückhaltung der Autoren gegenüber den Träumen zur Zeit der tieferen Schlafperioden, weil hier die methodischen Schwierigkeiten die gröſsten sind, und wir meist nur flüchtige Spuren von Traumerinnerungen aus jener Periode ins wache Leben zu retten vermögen.

Ausführlicher wendet sich Verf. den Träumen bei Eintritt des Schlafes zu. Man darf die entoptischen Erscheinungen, welche man bei geschlossenen Augen innerhalb der Sehsinnsubstanz wahrnimmt, nicht ohne weiteres mit den selteneren phantastischen Gesichtserscheinungen beim Einschlafen identifizieren, wie JOHANNES MÜLLER, MAURY und LADD dies tun. GOBLOT hält die hypnagogischen Halluzinationen nur für Analogien zu den Träumen, die keineswegs in Träume übergehen. Demgegenüber betont MOURLY VOLD den physiologischen Charakter der hypnagogischen Halluzinationen. WEYGANDT teilt diese Erscheinungen in drei Gruppen: Zur ersten Gruppe gehören jene entoptischen und entotischen Erscheinungen, welche man auch im wachen Leben bei besonderer Aufmerksamkeitsspannung wahrnimmt. Sie beruhen auf Eigenerregungen der entsprechenden Sinnessphären. Auch für die taktile Sphäre bestehen solche. Die Angehörigen der zweiten Gruppe treten zur Zeit starker geistiger Ermüdung und herannahenden Schlafes ins Bewuſstsein. Hier bedarf es keiner besonderen Aufmerksamkeitsspannung, sondern das Erschlaffen der apperzeptiven Tätigkeit erlaubt dies. Man könnte alle diese Vorgänge als Praedormitium zusammenfassen oder als präsomnische Sensationen. Dieselben bleiben oft aus. Es fragt sich nun, wo eigentlich die Grenze zwischen Praedormitium und eigentlichem Schlaf liegt. W. datiert den Eintritt des Schlafes psychologisch von dem Moment des Verlustes des Situationsbewuſstseins.

Im zweiten Teile der Arbeit erzählt Verf. eine Anzahl selbsterlebter Schlummerbilder bezw. Frühträume, welche er gelegentlich beobachtete. Es wirkten hier nur Reize von überminimaler Intensität, vorherrschend aus der Tastsphäre, während entoptische und entotische Erscheinungen zurücktraten. Verf. kommt auf Grund seiner Beispiele zu dem wichtigen Resultate, daſs während des Praedormitiums die Wahrnehmungsvorstellungen stärker sind als die Reproduktionsvorstellungen, obwohl die Reizschwelle im ganzen höher liegt. Dies im Gegensatz zum wachen Leben und auch zu den eigentlichen Träumen, in denen die somatischen Sensationen gegenüber dem apperzeptiven Denken zurücktreten. Bei diesen Träumen werden sogar manchmal periphere Reize perzipiert, welche sich der Traumsituation nicht

einfügen oder wenigstens nicht in den Vordergrund des Traumbewufstseins rücken. Während der Schlummerträume fügen sich die auf den kontinuierlichen Reizen beruhenden, mit dem Schlafeintritt erst ins Bewufstsein tretenden Vorstellungen der bestehenden assoziativen Kette ein.

Die mit grofser Sorgfalt gemachten Beobachtungen über die Schlummerträume dürften auch anderen Forschern wertvolles Material für Traumbeobachtungen bieten. Im übrigen erlaube ich mir noch folgende Bemerkungen: Auch meiner Ansicht nach mufs gegen die hergebrachte, durch gewisse Analogien mit dem wachen Leben gestützte Ansicht, dafs das Aneinanderreihen der Vorstellungen im Traume besonders rasch erfolge, Front gemacht werden. Nur bei einer bestehenden, namentlich rein physiologischen Erregung haben wir jenes beschleunigte Ablaufen von Vorstellungsreihen, im übrigen erfolgt das Vorstellen sogar langsamer als im Wachen. — Die Tiefschlafträume, welche Ref. für die Reproduktion des wachen Lebens zu retten vermochte, bezogen sich immer auf etwas Affektives. — Ref. gehört zu denjenigen Personen, bei denen die präsomnischen Sensationen regelmäfsig ausbleiben. — Verf. stellt den Verlust des Situationsbewufstseins als für das Eintreten des Schlafes charakteristisch hin. Als Gegenstück hierzu möchte Ref. anführen, dafs man umgekehrt bei langsamen Erwachen den Übergang der allgemeineren Situationen des Traumes in speziellere beobachten kann.

Verf. bezeichnet meine Untersuchungen über die physiologischen Beziehungen der Traumvorgänge als verfrüht. Soll „verfrüht" in dem Sinne verstanden werden, als ob unsere physiologischen Kenntnisse zur Zeit noch nicht so weit gediehen seien, dafs man mit ihrer Hilfe die Traumvorgänge zu erklären vermöchte, so möchte ich demgegenüber behaupten, dafs dies doch nur teilweise stimmt. Denn erstens von einem so durchgearbeiteten Gebiete, wie die physiologische Optik es ist, kann man doch wohl nicht behaupten, dafs sie noch auf unsicheren Füfsen ruhe, jedenfalls nicht von unseren Anschauungen über die allgemeinsten Vorgänge der Muskelinnervationen und Akkommodation der optischen Apparate, auf welche sich ein Kapitel meiner Traumuntersuchungen bezieht. Auch die physiologischen Tatsachen, auf welche meine Bemerkungen über den Mechanismus des Zeichnens und Schreibens sich stützen, dürften doch wohl als gesichert gelten. Ferner meine Erörterungen über die physiologischen Vorgänge beim Lesen im Traume sind nur für den Traum entsprechend gestaltete Modifikationen der Hypothesen, welche der Meister der Physiologie Wundt bereits im Jahre 1893 über die gehirnphysiologischen Vorgänge beim Sprechen aufstellen konnte. Meinen physiologischen Erklärungen der Traumvorgänge mit vorwiegend halluzinatorischem Charakter liegen ebenfalls nur Wundtsche Anschauungen über Energieverteilung zu Grunde. Mein Kapitel über die Bildung von Traumillusionen endlich stützt sich auf ein Schema, welches Ernst Beyer nach rein psychologischen Erwägungen konstruiert hat, welches aber den anatomischen Verhältnissen sehr wohl entspricht. Was aber die Träume betrifft, so genügen für den vorliegenden Zweck schon genauere phänomenologische Beobachtungen, aus deren veränderter Beschaffenheit im Vergleich mit ähnlichen Vorgängen des wachen Lebens auf die für das Traumleben geltenden Modifikationen

der für den wachen Zustand angenommenen physiologischen Vorgänge geschlossen werden kann. Ref. weist daher den Vorwurf, dafs seine bezüglichen Traumuntersuchungen verfrüht seien, zurück. GIESSLER (Erfurt).

A. FOREL u. H. DUFOUR. **Über die Empfindlichkeit der Ameisen für Ultraviolett und Röntgensche Strahlen.** *Zoolog. Jahrb.*, Abt. f. Systematik etc., 17 (2), 335—338. 1902.

LUBBOCK hat zuerst (1882) nachgewiesen, dafs die Ameisen für ultraviolette Strahlen empfindlich sind. VITUS GRABER hat dann im *Biologischen Centralblatt* 1883—1885 ähnliche Experimente mit anderen Tieren angestellt und dabei gefunden, dafs sie die ultravioletten Strahlen hauptsächlich mit der Haut perzipieren. FOREL selbst zeigte 1886 (*Recueil zool. suisse*; auch *Rivista di Science biol.* 2 (9), 1900) mittels Anwendung von Äskulin, welches das Ultraviolett völlig absorbiert, und Firnissen der Augen, dafs die Ameisen das Ultraviolett, vor dem sie fliehen, mit den Augen wahrnehmen. Für die hier vorliegende Untersuchung wurde das Spektrum benutzt. Die unter Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln ausgeführten Versuche verliefen bei Lasius flavus resultatlos, gelangen dagegen zweimal ganz gut bei Formica sanguinea mit Sklaven (F. fusca) und Puppen, so dafs nunmehr wohl an dem Sehen des Ultraviolett seitens der Ameisen nicht mehr zu zweifeln ist. Die Experimente mit Röntgenstrahlen hatten ein durchaus negatives Ergebnis. SCHAEFER (Berlin).

MARC THURY. **Observations sur les moeurs de l'hirondelle domestique (Hirundo Rustica Linné).** *Archives de psychologie* 2, fasc. 1, (5), 1—19. 1902.

Warum soll eine psychologische Zeitschrift nicht auch einmal mit der Schwalbenseele sich befassen, zumal wenn es in so liebenswürdiger Weise geschieht, wie hier? Der greise Genfer Naturforscher begegnete eines Abends in seinem Schlafzimmer einer Schwalbe, behielt sie die Nacht, liefs sie am Morgen fliegen und traf sie am Abend wieder auf seinem Gesims, in Gesellschaft. Im nächsten Jahre nisteten sich die Jungen ein und mit der Zeit war unser Vogelfreund genötigt, seinen Lieblingen drei Zimmer einzuräumen. Von den während langer Jahre angestellten Beobachtungen können hier nur die wichtigsten mitgeteilt werden.

Die Schwalben kehren abends nach Sonnenuntergang heim und fliegen morgens zwischen 4 und 6 Uhr aus. Sie wecken den Schläfer, der ihnen das Fenster zu öffnen hat, mit leichtem Flügelschlag, begnügen sich auch mit einer kleinen, geöffneten Scheibe und belehren die Jungen über diesen Ausweg, während fremde Schwalben an die Scheiben stofsen. Vor dem Schlaf befinden sie sich in einem halbwachen Zustand, in dem sie, falls man sie scheucht, sich höchst ungeschickt benehmen. Die Schwalbe träumt und singt leise im Traum. — Der Nesterbau ist bekannt. Die Brutzeit dauert etwa 3 Wochen; die Zahl der Jungen schwankt zwischen vier und fünf. Verwandte werden zur Besichtigung der Jungen eingeladen. Männchen und Weibchen sorgen für Nahrung und bedienen der Reihe nach die geöffneten Mäuler. Das Nest ist von peinlicher Sauberkeit. Die Jungen werden gelehrt, die Exkremente aufserhalb des Nestes an dessen Rand

sie sich setzen und umkehren, fallen zu lassen, und die Alten tragen sie aus dem Fenster. Die Schwalbennester sind stark von Parasiten heimgesucht und werden, wenn die Reinigung unmöglich ist, verlassen und zerstört. Aus dem gleichen Grunde wird das Gefieder täglich eine Stunde lang geputzt. — Die Jungen bleiben bei den Alten bis zur nächsten Brut, die oft schnell, manchmal viel später erfolgt. Ältere Junge, fremde Schwalben etc. werden von beiden Schwalben, „Kebsweiber“ nur von der beleidigten Gattin vertrieben. Ende September beginnen die Flugübungen — Einzelexerzieren und Bataillonsexerzieren — von den Telegraphendrähten aus. Zu schwache und spät geborene Junge werden getötet. Im April kehren sie wieder, meist das Männchen zuerst zur Wiederherstellung oder zum Neubau des Nestes.

Die Schwalbe unterscheidet zwischen fremden und bekannten Personen im Zimmer, läfst sich aber nicht fangen und wird im eigentlichen Sinne nie zutraulich.

Eine Ergänzung dieser Beoachtungen, womöglich unter anderen Umständen und in anderen Gegenden, wäre jedenfalls von Interesse. Dafs sie an den grofsen Zügen der von THURY so sorgfältig angestellten und liebevoll ausführlich mitgeteilten Beobachtungen nichts ändern wird, ist wohl anzunehmen. ED. PLATZHOFF-LEJEUNE [Tour-de-Peilz (Schweiz)].

TSCHERNING. **Optique physiologique.** Paris, G. Carré et C. Naud, 1898. 335 S.

Jedem, der sich mit physiologischer Optik beschäftigt, mufs es auffallen, dafs im Vergleich zu der fast unübersehbaren beinahe alljährlich in wachsender Procession steigenden Anzahl von Einzelschriften und Abhandlungen (— bis jetzt mehr als 10000 —) es nur sehr wenig zusammenfassende Lehr- und Handbücher dieses Gebietes giebt. Wenn wir von einem solchen Lehr- und Handbuche mit Recht verlangen, dafs es von einem Verfasser nach einheitlichem Gesichtspunkte geschrieben ist, so besitzt die physiologische Optik nur zwei derartige Darstellungen: die erste Auflage des HELMHOLTZ'schen „Handbuchs“ (1856—1867) und dann die „Grundzüge der Physiologischen Optik“ welche H. AUBERT (1874) für das GRAEFE-SÄMISCH'sche Sammelwerk geschrieben hat. Das kleine „Compendium“ von KAISER (1872) kommt aus mehreren Gründen hier nicht in Betracht, ebensowenig aber auch die (1885—95) erschienene 2. Auflage des HELMHOLTZ'schen Handbuches, die anfänglich nichts weiter sein sollte, als ein nur in den wesentlichsten Punkten berichtigten und ergänzten Abdruck der 1. Auflage, im Laufe ihres Erscheinens aber dieses Programm durchaus nicht festhielt. Der Grund für die seltsame Erscheinung, dafs in unserer doch wahrlich nicht arbeits- und schreibfaulen Zeit, ein Vierteljahrhundert ohne das Erscheinen eines gröfsern Lehrbuches für ein so emsig bearbeitetes Wissenschaftsgebiet vergehen konnte, liegt ohne Zweifel in der ungemein grofsen Vielseitigkeit, die der Autor eines solchen Buches besitzen mufs. Nicht nur Anatomie und Physiologie mufs er beherrschen, nicht nur in weiten Gebieten der Mathematik und Physik bewandert sein, sondern er mufs zu gleicher Zeit und nicht zum Wenigsten auch Psychologe

und Erkenntnifstheoretiker sein, wenn er der gesammten Darstellung einen einheitlich durchgebildeten Charakter geben will.

. . . . (Hier bricht das Manuscript ab, und wir erfahren nicht, was der zu früh verstorbene Verf. — unstreitig einer der besten Kenner des Fachs — Arthur König noch über Tscherning's Buch zu sagen gedachte. Mir ist die Aufgabe geworden, das Bruchstück dieser Besprechung zu Ende zu führen).

Den allumfassenden Geist eines Helmholtz als Maafsstab anzulegen erscheint nicht billig; auch ist der Rahmen des ganzen Werkes ein anderer; und in dieser Einschränkung darf man wohl anerkennen, dafs Tscherning im Allgemeinen die geforderte Vielseitigkeit in dem vorliegenden Buche dargethan hat. Hervorgegangen aus der dänischen, hat er in der deutschen und niederländischen Schule, wie in der Pariser, der er seit Längerem bleibend angehört, das Wissenswertheste mit richtigem Blick gesammelt. Die Gefahr, die jedem Autor unserer Zeit droht, vielfach nur eine Neuprägung Helmholtz'scher Gedanken zu geben, vermeidet er, indem er gern historisch auf weit ältere Vorarbeiten, insbesondere auf Thomas Young, (den er neu herausgegeben hat) zurückgreift und Forschungsmittel früherer Zeiten im Lichte unserer heutigen Kenntnifs wiederum verwerthet. Endlich hat er die reichen jetzt vorliegenden Erfahrungen aus der ophthalmologischen Praxis herangezogen und in manchen Abschnitten auch durch eigene Forschung den Wissensschatz vermehrt. Die Darstellung ist, zumal für einen Nichtfranzosen, erstaunlich klar und gewandt, dabei reich an Ausblicken auf die ärztliche Anwendung des Lehrstoffs. Die gewählte Form von Vorlesungen bedingt freilich eine gewisse Knappheit.

Das Ophthalmometer hat bekanntlich durch Javal in Frankreich früh eine aufserordentliche Verbreitung gefunden. Dementsprechend behandelt Tscherning sehr eingehend und gleich nach der Optik der Gläser und des Auges auch die katoptrischen Bilder im Auge, von denen er im ganzen sechs als sichtbare berücksichtigt. Ein neues, nämlich das der hinteren Hornhautfläche, hat er selbst entdeckt, oder doch seit Purkinje zuerst wieder gesehen. Das ganze dritte Capitel ist diesen „falschen Bildern“ des Auges zugetheilt. Zur Beobachtung hat er ein eigenes Instrument: „Ophthalmophakometer“ dem Phakoeidoskop Cramer's nachgebaut, mit welchem man die objectiven Bilder exact messen kann. Die heutige klinische Ophthalmometrie hat bekanntlich viele neue Aufschlüsse über die wahre Gestalt der Hornhautfläche und der anderen brechenden Flächen geliefert, die er im Wesentlichen nach Javal, Sulzer und Eriksen beschreibt. Aber Tscherning bestimmte auch selber mit dem eben erwähnten Instrument die Krümmungshalbmesser und Centrirungsfehler der Flächen und theilt hierfür die Methoden mit. Ein anderes bevorzugtes Gebiet sind die „Zerstreuungskreise“ mit den zugehörigen Versuchen von Scheiner, Czermak und Mile. Für Young's Optometer, die stenopaeischen Oeffnungen und die Prüfung mit dem entfernten Lichtpunkt nach Donders, also für die subjectiven Untersuchungsmethoden, die in letzter Zeit, gegen die fortgeschrittenen objectiven, vernachlässigt wurden, hat Tscherning eine grofse Vorliebe, und hat sie erfolgreich benutzt, theils um ältere Aberrations-Beobachtungen zu wiederholen, theils neue anzustellen. Man darf es aber

wohl als einen Mifsgriff bezeichnen, wenn Tscherning anscheinend einer in älteren Werken herrschenden Gepflogenheit folgt, und auch im Auge diejenige Aberration, die in einer Verkürzung der Randstrahlen besteht, schlechtweg als „sphärische Aberration" bezeichnet. (Z. B. führt Cap. VII diese Ueberschrift). Mit der sphärischen Aberration kugelförmig geschliffener homogener Glaslinsen hat diese Abweichung doch nichts anderes gemein, als eben nur die Richtung. Es ist reine Willkür, wenn man Verkürzung von Randstrahlbrennweiten „sphärische" und Verlängerung „übercorrigirte sphärische" Abweichung nennt, während es sich um Gebilde handelt, an denen überhaupt keine Kugelflächen vorkommen.

Mit sehr vielen Einzelheiten seit Helmholtz und Donders bereichert ist die Kenntnifs der Refractions-Anomalien und besonders des Astigmatismus, wovon mit verständiger Auswahl das Gesichertste besprochen wird. Die interessanteste Neuerung in dem Buche bildet indessen natürlich die Theorie der Accommodation. Tscherning giebt zuerst eine gründliche historische Darstellung der älteren Erklärungsversuche von Kepler bis auf Helmholtz, dessen schwerwiegende Autorität, vielleicht zu früh, den Meinungsstreit zum Stillstand brachte. In anerkennender und höchst bescheidener Form weist er darauf hin, dafs der grofse Forscher selbst seine Erklärung gar nicht als endgültig erwiesene Thatsache, sondern mit grofser Beschränkung als die ihm zur Zeit wahrscheinlichste Hypothese hingestellt habe. Helmholtz hatte in der damals sehr umständlichen Weise nur drei Krystalllinsen Lebender messen können und gegen die todten einen halben Millimeter Dicken-Unterschied zu Gunsten seiner Theorie zu finden geglaubt. „Andererseits erscheint es unwahrscheinlich, dafs bei diesen Messungen ein Fehler von einem halben Millimeter begangen sein sollte", fügte er selber vorsichtig hinzu. Die wachsende Autorität von Helmholtz bewirkte später, dafs man allmählich aufhörte, seine Theorie überhaupt anzufechten. Seine Schule „royalistischer als der König selbst" machte dann aus der Wahrscheinlichkeit eine Gewifsheit. „Grofse Männer" bemerkt Tscherning „können sich kaum zurückhaltend genug äufsern, aus Furcht vor ihren Anhängern". Alsdann wendet er sich zu Thomas Young, der vielleicht bisher die richtigste Darstellung des thatsächlichen Vorgangs gegeben habe. Die eigentliche Hauptfrage mufste er allerdings offen lassen, da zu jener Zeit der Brücke'sche Muskel noch nicht entdeckt war. Aber Young hat in der That schon bewiesen, dafs die Accommodation weder Krümmungszunahme der Hornhaut noch Axenverlängerung des Auges ist, dafs sie den Staroperirten gänzlich fehlt, endlich dafs die Krümmungen der Krystalllinse beim Nahesehen zunehmen und zwar viel stärker in der Mitte als am Rande. Er hat auch die Hypothese einer inneren selbstthätigen Zusammenziehung der Linse (nach Art eines Muskels) geprüft, aber wieder verworfen.

Auf diesen Untersuchungen fortbauend ist Tscherning zu seiner neuen Theorie gelangt. Darnach hat man sich die Linse aus einem rundlichen starreren Kern und einer bildsamen „accommodativen Schicht" weicherer, beinahe flüssiger Rindensubstanz bestehend zu denken. Der radiale Zug des Muskels an der Zonula wirkt gerade umgekehrt als man erwarten sollte; statt die Linse abzuplatten, verdrängt er die beweglichen Massen

nach dem Aequator zu und modellirt die Linsenscheitel über den Kern zu krummerer Gestalt, wenigstens im Pupillargebiete. Die Randzonen freilich nehmen gestrecktere Form an, aber diese bedeckt die sich zusammenziehende Iris. Nach Versuchen an Linsen aus Thieraugen, die vielfach demonstrirt und seither auch von Crzellitzer mit vollkommener Mechanik wiederholt und durchaus bestätigt, von Stadfeldt endlich mit Menschen-Linsen nachgemacht worden sind, scheint diese Thatsache nicht mehr zweifelhaft. Man darf sich also vorstellen, dafs der Ciliarmuskel unmittelbar die Linse accommodirt, und zum Mindesten wird man zugeben müssen, dafs die bisher herrschende Theorie Helmholtz's als dringend der Nachprüfung bedürftig angesehen werden mufs.

In der Farbenlehre sucht Tscherning eine allen neueren Forschungen gerecht werdende Darstellung zu geben. Ohne sich für eine bestimmte Richtung zu entscheiden, hebt er die Vorzüge und Mängel der verschiedenen Hypothesen möglichst unparteiisch hervor. In ähnlicher Weise stellt er sich zu dem Streit des Empirismus und Nativismus, den er übrigens nur kurz berührt, da er die zur Erkenntnifstheorie gehörigen Fragen eigentlich nicht abhandeln will. Die Abschnitte über die Augenbewegungen und Binocularsehen enthalten weniger Neues, bemerkenswerth ist aber, dafs dem Schielen ein ganzes Capitel eingeräumt ist, wie mir scheint, mit grofsem Recht. Wenn auch das Schielen zu einem grofsen Theil in das Gebiet des Abnormen und Pathologischen gehört, so hat doch die Kenntnifs dieser Abart des Sehens und seiner eigenthümlichen Phänomene grofse Bedeutung auch für die Physiologie des normalen Binocularsehens und darf nicht ganz aufser Acht gelassen werden. C. Dubois-Reymond.

(Aus dem Physiologischen Laboratorium der Kaiserl. Universität Charkow.)

Beitrag zur Lehre des intermittierenden Lichtreizes der gesunden und kranken Retina.

Von

Dr. med. E. P. Braunstein,
Privatdozent an der Kaiserlichen Universität Charkow.

(Schlufs.)

Klinischer Teil.

Aus den Experimenten über die intermittierende Lichtreizung der Retina kann man wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung der Unterschiedsempfindlichkeit des lichtempfindenden Apparats des Auges bei verschiedenen pathologischen Zuständen desselben gewinnen. Untersuchungen in dieser Richtung sind unseres Wissens noch von keinem vorgenommen worden und haben zum Ausgangspunkt die bereits im physiologischen Teil unserer Arbeit vorgebrachten Erwägungen: Wir haben gesehen, dafs bei intermittierendem Licht die Empfindung während der Reizungsperiode um eine gewisse Gröfse steigt, während sie zur Zeit des Intervalls um dieselbe Gröfse sinkt. Die Schwankungen der Empfindungen bei Permanenz der Lichtintensität werden um so gröfsere sein, je langsamer die Unterbrechungen aufeinander folgen. Bei einer gewissen Schnelligkeit der letzteren werden die Schwankungen überhaupt nicht wahrnehmbar und die Eindrücke ununterbrochen. Wenn wir die Intermittenzzahl kennen, bei der ein Verschmelzen der Empfindungen eintritt, so bestimmen wir auf diese Weise diejenigen Schwankungen der Empfindungen, die bereits nicht mehr wahrnehmbar sind und die an und für sich der minimalen Unterschiedsempfindlichkeit, die noch am Auge wahrgenommen wird, entsprechen. Wenn wir nun mittels

intermittierender Lichtreizung im stande sind, die Empfindlichkeit des Auges für die minimale Differenz der Lichtempfindungen genau zu bestimmen, so haben wir im intermittierenden Licht eine neue Methode zur Untersuchung des Lichtsinnes des Auges. Unter Lichtsinn verstehen verschiedene Autoren eine verschiedene funktionelle Fähigkeit des Auges. AUBERT[1] hat als erster das Wort Lichtsinn in die Physiologie eingeführt und bezeichnet mit diesem Worte die Fähigkeit unserer Netzhaut, Licht oder Lichtdifferenzen zu empfinden und die Fähigkeit, Intensitäten des Lichts zu empfinden. Dieser von AUBERT eingeführten Bezeichnung entsprechend, versteht WOLFFBERG[2] unter Lichtsinn die Empfindlichkeit des Auges für die minimale objektive Intensität des Reizes und für die minimale Differenz in der Intensität des Reizes. Bei der Untersuchung des Lichtsinnes mufs man also nach WOLFFBERG bestimmen: erstens die minimale, noch zur Empfindung gelangende Intensität des Lichtreizes (Reizschwelle von FECHNER) und zweitens die minimale, noch zur Empfindung gelangende Differenz des Lichtreizes (Unterschiedsschwelle von FECHNER). BJERRUM[3] und SAMELSON[4] unterscheiden gleichfalls eine Unterschiedsschwelle. FÖRSTER[5] versteht unter Lichtsinn die Empfindlichkeit des Auges für Licht und bestimmt diese Empfindlichkeit nach dem Einflufs der absoluten Intensität der Beleuchtung auf die Sehschärfe. MAUTHNER[6] betrachtet den Lichtsinn als eine Fähigkeit, bei gewisser Lichtintensität eine gewisse Lichtdifferenz zu bestimmen. PHILIPSEN[7] glaubt, dafs die Untersuchung des Lichtsinnes einzig und allein auf die Bestimmung der Reizschwelle hinausgeht. TREITEL[8], der sich mit der Frage des Lichtsinnes sehr viel beschäftigt und eine ganze Reihe schöner Arbeiten über den Lichtsinn der gesunden und kranken Retina geschrieben hat, versteht unter

[1] Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. S. 5 u. 23.

[2] *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **31**, Abt. 1, S. 3.

[3] *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **30**, Abt. 2, S. 202.

[4] *Annales d'oculistique* **92**. Internat. Kongrefs Kopenhagen 1885: Die Bedeutung der Lichtsinn-Untersuchung in d. prakt. Ophthalmologie.

[5] Über Hemeralopie und Anwendung eines Photometers im Gebiete der Ophthalmologie. Breslau 1857. S. 3.

[6] Vorträge aus dem Gesamtgebiete der Augenheilkunde. Wiesbaden 1881. Bd. I.

[7] *Archiv f. Augenheilkunde.* 1882.

[8] *Archiv f. Ophthalmologie* **30**, Abt. 1, S. 36.

Lichtsinn nur die Empfindlichkeit für die Bestimmung einer gewissen Lichtdifferenz. Er wendet sich gegen die Deutung, welche WOLFFBERG der AUBERTschen Bezeichnung beigegeben hat. Nach TREITEL versteht AUBERT selbst unter Lichtsinn nur die Fähigkeit des Auges, Intensitäten des Lichts zu empfinden. TREITEL nimmt an, dafs zwischen Reizschwelle und Unterschiedsschwelle keine grofse Differenz besteht, weil Reizschwelle dieselbe Unterschiedsschwelle ist, die nur bei der geringsten Beleuchtungsintensität bestimmt wird. Er wendet sich gegen die Autoren, welche den Lichtsinn untersuchen, indem sie Gegenstände von verschiedener Gröfse verschieden beleuchten, und wenn sie eine Abschwächung des Sehvermögens bei verringerter Beleuchtung oder sogenannte Hemeralopie konstatieren, dieselbe als eine Anomalie des Lichtsinnes betrachten. Nach TREITEL können nur diejenigen funktionellen Störungen des Auges als Anomalien des Lichtsinnes betrachtet werden, bei denen eine verringerte Unterschiedsempfindlichkeit besteht.

Was die Methoden betrifft, die zur Untersuchung des Lichtsinnes dienen, so kann man dieselben in 2 Gruppen einteilen. Zu der ersten Gruppe gehören diejenigen Methoden, welche auf den unrichtigen Prinzipien der Bestimmung der Sehschärfe bei verringerter Beleuchtungsintensität beruhen. Hierher gehört vor allem das FÖRSTERsche Photometer. Mit Hilfe dieses letzteren wird nicht die minimale Differenz in der Helligkeit zweier beleuchteter Gegenstände, welche das Auge noch zu empfinden vermag, sondern die Sehschärfe bei minimaler Beleuchtung bestimmt. Dasselbe kann man auch von dem HIPPELschen Photometer sagen, das dem FÖRSTERschen ähnlich ist. Dasselbe besteht aus einem Kasten, in dessen Mitte sich eine Lampe befindet. In der hinteren Wand des Kastens sind Buchstaben ausgeschnitten. Zwischen dieser Wand des Kastens und der Lampe befinden sich 6 matte Platten, die zur Verdunkelung der Lampe dienen. Die Intensität des Lichtsinnes wird nach der Zahl der matten Platten bestimmt, mit deren Hilfe das Auge noch sämtliche Buchstaben in einer Entfernung von 20 Fufs zu unterscheiden vermag. Auf demselben Prinzip beruht die Methode von BJERRUM, wo Buchstaben von gewisser Helligkeit bei verschiedener Beleuchtung in Augenschein genommen werden, sowie auch die Photometer von SCHNABEL und SCHMIDT-RIMPLER. Letztere verwenden Rauchgläser von verschiedenen Nuancen und gewöhn-

liche Tafeln zur Bestimmung der Sehschärfe. Der Färbungsgrad der Gläser wird zuvor photometrisch mittels der MASSONschen Scheiben bestimmt. Das dunkelste Glas, durch welches die Buchstaben der Tafel in gewisser Entfernung erkannt werden, entspricht der normalen Intensität des Lichtsinnes, und wenn dieselbe Sehschärfe nur durch ein helleres Glas erzielt werden kann, so hat man es mit einer Herabsetzung des Lichtsinnes zu tun. Durch alle diese Methoden wird eigentlich nicht der Lichtsinn untersucht, sondern nur konstatiert, ob eine Hemeralopie vorhanden ist, welche, wie TREITEL bewiesen hat, keine Anomalie des Lichtsinnes, sondern eine vollkommen selbständige Störung der Funktion der Retina ist. Zu der zweiten Gruppe gehören die Methoden, welche auf den regelmäfsigen Prinzipien der Bestimmung bei Tageslicht der geringsten Differenz in der Helligkeit zweier Gegenstände, die vom Auge noch empfunden wird, beruhen. Hierher gehören vor allem die MASSONschen Kreise. Letztere bestehen aus Kreisen, die aus weifsem und festem Karton hergestellt sind und mittels Rotationsapparats in Bewegung gebracht werden. Auf die weifse Oberfläche des Kreises wird durch einen in radiärer Richtung angelegten Schnitt ein schwarzer, aus mehreren Graden bestehender Sektor eingeführt. Bei der Drehung dieses Kreises wird die minimale Gröfse des schwarzen Streifens oder des schwarzen Sektors bestimmt, die man nach der kaum wahrnehmbaren grauen Nuance an der entsprechenden Stelle des sich drehenden Kreises erkennen kann. Als normale Intensität des Lichtsinnes wird ein 3 Grad breiter schwarzer Streifen oder Sektor bei einer Länge desselben von 3 mm angenommen. Ist das Auge im stande, nur die graue Nuance eines Sektors von 6 Grad zu unterscheiden, so ist der Lichtsinn dieses Auges herabgesetzt und beträgt die Hälfte des normalen. DONDERS hat die MASSONschen Kreise etwas modifiziert: anstatt die Breite des schwarzen Streifens zu wechseln, wurden auf einen weifsen Kreis nebeneinander schwarze Streifen von verschiedener Breite gezeichnet, die bei der Drehung des Kreises sich in graue Ringe verwandeln, wobei die zu untersuchende Person bestimmen mufs, wieviel Ringe sie unterscheidet. Zu dieser Gruppe gehören auch die photometrischen Tabellen von OLE BULL, TREITEL und WOLFFBERG. In den Tabellen von OLE BULL befinden sich auf schwarzem mattem Papier bunte kleine Quadrate, die aus einer Zusammenmischung der Haupt-

farben mit grau zusammengesetzt sind. Um grau zu bekommen, nahm OLE BULL 305 Grad schwarz und 55 Grad weifs. Der schwächste Farbenton auf den Tabellen von OLE BULL entspricht einem Quadrat, welches 20 Grad einer bestimmten Farbe und 340 Grad grau enthält. Das Auge, welches den Farbenton eines solchen Quadrats in einer Entfernung von 1 m zu unterscheiden vermag, hat einen Lichtsinn von 1. Das folgende Quadrat entspricht einer Zusammenmischung von 40 Grad der bestimmten Farbe mit 320 Grad grau. Das Auge, welches im stande ist, den Farbenton nur dieses Quadrats zu unterscheiden, hat einen Lichtsinn von $^1/_2$ des normalen. Die Tabellen von TREITEL sind nach demselben Prinzip zusammengestellt, wie die chromatischen Tabellen von OLE BULL und sind in praktischer Beziehung für die klinische Untersuchung des Lichtsinnes kranker Personen die zweckmäfsigsten. Die Tabellen von TREITEL bestehen aus grauen Quadraten auf schwarzem Grund. Das schwarze Quadrat, welches die schwächste Nuance von grau hat, enthält 3 Grad weifs und 357 Grad schwarz. Wenn auch viele gesunde Augen unter denselben Verhältnissen (die Untersuchung mit den Tabellen von TREITEL wird in einer Entfernung von 1 m ausgeführt) im stande sind, schwächere Nuancen von grau zu unterscheiden, so wird die Fähigkeit des Auges, die Helligkeit dieses Quadrats vom matten schwarzen Grund zu unterscheiden, von TREITEL als die normale Unterschiedsempfindlichkeit betrachtet. Es mufs bemerkt werden, dafs TREITEL zur Vermeidung einer Verwirrung die Bezeichnung Lichtsinn vollständig ausschliefst. In den Tabellen von WOLFFBERG dient als Ausgangspunkt die Bestimmung der Unterschiedsschwelle durch Unterscheidung bei Tageslicht von kleinen bunten Kreisen auf schwarzem Grund. Nach den Berechnungen von WOLFFBERG ergab ein gesundes Auge mit guter Sehschärfe von 6/3 — 6/2 bei Tageslicht auf schwarzem Sammet einen roten Gegenstand von $^1/_2$ mm im Durchmesser, einen blauen von 3 mm und einen gelben von $1^1/_2$ mm im Durchmesser in einer Entfernung von 5 m. Zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle bei abgeschwächter Beleuchtung stellt WOLFFBERG in einem dunklen Zimmer seine schwarze Sammettabelle in einer Entfernung von 5 m von den Fensterladen ein, wo eine rechteckige Öffnung ausgeschnitten ist, die von einem mit bläulich-weifslichem Seidenpapier überzogenen Rahmen verdeckt wird. Es wird zuvor bestimmt, um wieviel

der Durchmesser der bunten Kreise vergröfsert werden mufs, dafs man sie in einer Entfernung von 5 m bei Abschwächung der Beleuchtung durch ein Blatt Seidenpapier erkennen könnte. Hierauf wird dasselbe bei Abschwächung der Beleuchtung durch 2, 3, 4 u. s. w. Blätter bestimmt. Auf diese Weise wird die Unterschiedsschwelle für 15 verschiedene Beleuchtungsintensitäten festgestellt. Wenn man die Helligkeit des Tageslichts mit 1 und die durch 15 Bogen Seidenpapier bewirkte Dunkelheit mit 0 bezeichnet, so schwächt jeder Bogen die Beleuchtung um $^1/_{15}$ ab.

Von allen geschilderten Methoden der Untersuchung des Lichtsinnes sind am richtigsten begründet und am zweckmäfsigsten in praktischer Beziehung die MASSONschen Kreise und die Tabellen von TREITEL, wenn man auch nicht umhin kann, zu sagen, dafs sowohl der einen wie der anderen Methode gewisse Mängel anhaften. Bei der Messung der Intensität des Lichtsinnes mittels MASSONscher Kreise wird als normale Intensität, d. h. als Einheit, die Breite eines schwarzen Streifens von 3 Grad angenommen, während ein vollständig gesundes Auge das Vorhandensein des schwarzen Streifens schon bei einer Breite von 2 Grad zu unterscheiden vermag. Unter diesen Umständen kann man leicht die ursprünglichen Störungen der Lichtempfindung dort übersehen, wo sie in schwachem Grade bereits vorhanden sind. Derselbe Mangel haftet den Tabellen von TREITEL an. Hier ist gleichfalls als Ausgangspunkt eine zu grofse Intensität genommen. TREITEL selbst weist darauf hin, dafs die meisten gesunden Augen sein Quadrat Nr. 1 nicht nur in einer Entfernung von 1, sondern auch in einer Entfernung von 5 m zu unterscheiden vermögen. Aus diesem Grunde hat man es hier mit einer Abschwächung der Lichtempfindung zu tun, wenn Nr. 1 noch unterschieden wird. Durch diesen Mangel der Untersuchungsmethode glauben wir die Tatsache erklären zu sollen, dafs TREITEL in einigen Fällen von bereits stark ausgesprochener Atrophie der Nn. optici normalen Lichtsinn gefunden hat.

Wir sehen also, dafs sämtliche Methoden der Untersuchung der Lichtempfindung, die wir zu der ersten Gruppe hinzugerechnet haben, auf unrichtigen Prinzipien beruhen, während von der Methode der zweiten Gruppe die MASSONschen Kreise und die Tabellen von TREITEL nicht ganz ihrem Zwecke entsprechen, und die Methode von WOLFFBERG, wie TREITEL mit Recht behauptet, nicht die Anomalie der Lichtempfindung,

sondern diejenigen funktionellen Störungen feststellt, welche durch die Hemeralopie bedingt sind. Infolgedessen ist es leicht erklärlich, dafs man bestrebt war, neue wissenschaftlich begründete und genaue Methoden zur Untersuchung der Lichtempfindung zu finden, die von hohem diagnostischem Wert sind. Ich kann mich in dieser Richtung mit der Ansicht ADAMJUKS [1] nicht einverstanden erklären, der folgendes sagt: „Die Untersuchung der Lichtempfindung kann man nicht als sehr wichtig und notwendig betrachten, weil wir eine Vorstellung vom Lichtsinn in genügendem Grade aus den hinsichtlich der Sehschärfe erhobenen Befunden bekommen. Aus diesem Grunde wird in den Kliniken eine Bestimmung der Lichtempfindung nur äufserst selten vorgenommen und stets durch eine Bestimmung der Sehschärfe ersetzt. Wenn auch bei manchen Augenkrankheiten, wie z. B. bei Erkrankung der Chorioidea, die Lichtempfindung besonders stark sinkt, so wird doch bei diesen Affektionen auch das Sehvermögen in hohem Grade gestört, und auch die ophthalmoskopischen Veränderungen treten bei diesen Erkrankungen so deutlich hervor, dafs auch hier keine Notwendigkeit vorliegt, zu diagnostischen Zwecken eine Untersuchung der Intensität der Lichtempfindung vorzunehmen.“ Gegen diese Ansicht kann man folgende aufserordentlich wichtige Tatsache vorbringen: Viele Kranke erscheinen lange vor dem Auftreten von einfacher Atrophie der Nn. optici, von einfachem Glaukom oder von Makulitis beim Arzt und klagen über Störung des Sehvermögens, welche uns die Untersuchung der Sehschärfe, des Gesichtsfeldes und des Augengrundes nicht zu erklären vermag, weil diese keine Abweichungen von der Norm darbieten. Nur die Untersuchung der Lichtempfindung, namentlich bei abgeschwächtem Licht, gibt uns die Möglichkeit an die Hand, den Beginn einer schweren Erkrankung des Sehnerven lange vor dem Auftreten von Nachlassen der Sehschärfe oder von Symptomen von seiten des Augengrundes zu diagnostizieren. Infolgedessen betrachte ich die Untersuchung der Lichtempfindung in klinischer Beziehung als sehr wichtig, da man, wenn man diese Untersuchung nicht vornimmt, die ersten Grade einer Erkrankung der Retina oder des N. opticus leicht übersehen kann.

---

[1] Erkrankungen des Lichtsinnapparats des Auges. Kasan 1897. Bd. I, S. 198. [Russisch.]

Die von mir in Vorschlag gebrachte Methode zur Untersuchung der Lichtempfindung der gesunden und kranken Retina mittels intermittierenden Lichts ist schon für klinische Zwecke aus dem Grunde geeignet, weil die Klinik schon früher ähnliche MASSONsche Kreise, mit deren Hilfe intermittierendes Licht erzeugt wird, zur Untersuchung der Lichtempfindung verwendet hat. Es ist zu erwähnen, dafs ROOD [1], NICHOLS [2], POLIMANTI [3] und SCHENCK [4] versucht haben, das intermittierende Licht zu photometrischen Untersuchungen zu verwenden, allerdings zu einem anderen Zwecke, und zwar zur Bestimmung der Helligkeit der Farben. Ich aber verwende das intermittierende Licht, um festzustellen, bei welcher Intermittenzzahl eine Verschmelzung der Empfindungen stattfindet, d. h. ich bestimme die minimale Differenz der Empfindungen, welche vom Auge noch wahrgenommen werden. Die Intensität der Lichtempfindung zahlenmäfsig nach dieser minimalen Differenz auszudrücken, ist sehr kompliziert. A. KLEINER [5] hat für sein Auge nach der Zeichnung von EXNER die Tangenten der beiden Kurven ausgerechnet und gefunden, dafs bei einem aus einer schwarzen und einer weifsen Hälfte bestehenden Kreise ein Verschmelzen der Empfindungen bei einer Drehgeschwindigkeit von 0,02 Sekunden stattfindet. A. KLEINER hat auf diese Weise festgestellt, dafs die minimale Differenz der Empfindungen, welche sein Auge noch aufzunehmen vermag, kaum 0,01 derjenigen Empfindungskraft ausmacht, die ein weifser Bogen Papier bei zerstreutem Tageslicht gibt. Infolgedessen werde ich die Intensität der Lichtempfindung nicht nach der minimalen, noch wahrnehmbaren Differenz der Empfindungen, sondern nach der Intermittenzzahl bezeichnen, bei der ein Verschmelzen der Empfindungen stattfindet. Das ist weit einfacher und in praktischer Beziehung bequemer.

Wir bedienten uns bei unseren Untersuchungen des in dem Kapitel über Methoden der Untersuchung beschriebenen Rotations-

---

[1] *Americ. Journ. of Science* **46**, S. 173.

[2] *Americ. Journ. of Science* **28**, S. 243.

[3] Über die sogenannte Flimmerphotometrie. *Zeitschrift f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane* **19**, S. 263.

[4] 2. Mitteilung. *Archiv f. d. gesamte Physiologie* **54**, S. 607.

[5] *Pflügers Archiv* **18**, S. 542.

apparates von KRIES-BAADER nebst Vorrichtungen zur graphischen Registrierung der Beobachtung.

Parallel mit der Lichtempfindung der zu untersuchenden Person habe ich stets die Intensität meiner eigenen Lichtempfindung bestimmt, die als Mafsstab zur Anstellung eines Vergleichs diente. Unter diesen Umständen konnte man Untersuchungen zu jeder Zeit, am Tage sowohl, wie am Abend, und bei jedem Wetter vornehmen, da ich, nachdem ich zuvor die Intensität meiner eigenen Lichtempfindung bei gewisser Beleuchtung festgestellt habe, nach der Veränderung meiner eigenen Lichtempfindung unter den betreffenden Bedingungen im stande war, über die Veränderung dieser Fähigkeit bei der zu untersuchenden Person zu urteilen. Soweit es angängig war, wählte ich für die Untersuchungen mehr oder minder verständige und intelligente Individuen. Dieselben Beobachtungen wurden unter Einschaltung von Pausen mehrfach wiederholt und aus denselben das arithmetische Mittel berechnet. Um festzustellen, inwieweit sich die Intensität der Lichtempfindung mit dem Fortschreiten des pathologischen Prozesses verändert, wurden die Untersuchungen der Kranken, wenn es irgend möglich war, periodisch wiederholt.

Die von mir in Vorschlag gebrachte Methode zur klinischen Untersuchung der Lichtempfindung scheint nur bei oberflächlicher Betrachtung kompliziert zu sein. In Wirklichkeit ist die Methode ziemlich einfach. Die Handhabung des einmal eingestellten Apparats bietet keine besondere Schwierigkeiten. Die Ausführung der Beobachtungen ist aufserordentlich einfach, die Berechnungen bei weitem nicht kompliziert. Es ist nur erforderlich, von Zeit zu Zeit das rauchgeschwärzte Papier auf dem Zylinder des Kymographen zu wechseln. Statt graphischer Registration der Zahl der Reizunterbrechungen könnte man den Apparat mit einem Uhrmechanismus versehen. Für praktische Zwecke, wo nur eine qualitative Bestimmung der Lichtempfindung ohne genaue quantitative Berechnungen der Intensität derselben erforderlich ist, ist es vollständig ausreichend, wenn man Kreise mit weifsen und schwarzen Sektoren, ein von innen geschwärztes Rohr oder einen horizontalen Schlitz im schwarzen Karton und einen ganz einfachen Rotationsapparat hat. Selbst der praktische Arzt ist im stande, mit Hilfe dieses Apparates Störungen der Lichtempfindung zu konstatieren. Er braucht nur festzustellen,

ob eine Verschmelzung der Empfindungen bei der zu untersuchenden Person gleichzeitig mit einer Verschmelzung der Empfindungen in seinem eigenen Auge stattfindet oder nicht. Wenn dies bei geringerer Drehgeschwindigkeit stattfindet, so ist eine Abschwächung der Intensität der Lichtempfindung vorhanden.

Meine klinischen Untersuchungen habe ich an den Kranken der Ophthalmologischen Klinik der Universität Charkow angestellt. Die Untersuchungen wurden bei Tageslicht, und zwar bei gewöhnlichem oder bei durch Stores etwas geschwächtem Tageslicht oder im dunklen Zimmer bei künstlicher Beleuchtung ausgeführt. Die Beobachtungen wurden durch geschwärzte Röhren von 3—4 mm im Durchmesser oder durch eine ebenso grofse runde Öffnung oder $^1/_2$ mm breiten Schlitz im schwarzen Karton vorgenommen. Im ganzen sind 80 Patienten untersucht worden, und zwar:

22 mit Atrophia n. optici
8 „ Neuritis
7 „ Amblyopia
5 „ Retinitis
2 „ Apoplexia retinae
6 „ Chorioretinitis
1 „ Chorioiditis disseminata
3 „ Ablatio retinae
6 „ Glaucoma
10 „ Hemeralopia
10 „ Erkrankungen der brechenden Augenmedien.

I. Atrophia n. optici.

1. Der Patient Iwan Z., 47 Jahre alt, Kaufmann. Sehvermögen am rechten Auge seit 1892 erloschen. Visus oculi dextri = Lichtempfindung in einer beschränkten Partie des äufseren Teiles der Retina. Das linke Auge erkrankte im Jahre 1893, und das Gesichtsvermögen läfst an demselben, wenn auch langsam aber stetig nach. Visus oculi sinistri mit — 1,25 D = $^{10}/_c$. Gesichtsfeld im linken Auge nicht beschränkt. Der Patient unterscheidet weder rot noch grün. Untersuchung am 3. Dezember 1895.

Tabelle XVIII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Beobachter Autor	Beobachter Iwan Z.
2	30	22
4	42	28
8	52	36
16	68	50
32	80	68

Diese Beobachtung zeigt, dafs ein mit Atrophie des Nervus opticus behafteter Patient im Vergleich zu einem gesunden Menschen einer geringeren Intermittenzzahl benötigt ist, d. h. seine Unterschiedsempfindlichkeit ist geschwächt. Ferner geht aus dieser Beobachtung hervor, dafs auch bei Affektionen des N. opticus das Filehnesche Phänomen deutlich wahrnehmbar ist: mit der Vergröfserung der Sektorenzahl nahm auch die Intermittenzzahl bei unserem Patienten zu.

Um zu eruieren, wie sich die Unterschiedsempfindlichkeit mit dem Fortschreiten der Krankheit verändert, wurde der Patient in gewissen, ziemlich langen Zeitabschnitten nachuntersucht. Am 20. Januar 1896 war die Sehkraft des linken Auges bis $^{10}/_{LXX}$ gesunken. Die Untersuchung mittels intermittierenden Lichtes wurde wiederholt, und diese ergab, dafs die Unterschiedsempfindlichkeit mit dem Nachlassen des Sehvermögens noch mehr gesunken ist, wie dies aus der Tabelle XIX hervorgeht.

Tabelle XIX.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Iwan Z.
2	29	20
4	43	24
8	52	33
16	65	44
32	76	67

Am 8. Juni 1897 betrug Visus oculi sinistri mit — 1,25 = $^{10}/_{c}$; die Unterschiedsempfindlichkeit war noch schwächer, wie dies aus der Tabelle XX hervorgeht.

Tabelle XX.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Iwan Z.
2	30	18
4	42	23
8	50	30
16	66	41
32	78	63

Am 6. Juli 1898 betrug Visus oculi sinistri mit — 1,25 = $^6/_{cc}$, und wiederum war ein Nachlassen der Unterschiedsempfindlichkeit zu konstatieren (cf. Tabelle XXI).

Tabelle XXI.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Iwan Z.
2	31	17
4	43	21
8	54	29
16	65	40
32	79	58

Diese Beobachtungen zeigen, dafs mit dem Fortschreiten der Atrophie und mit dem Nachlassen des zentralen Sehens die Intermittenzzahl sich für verschiedene Sektorenzahl verringerte, d. h. die Unterschiedsempfindlichkeit liefs bei dem betreffenden Patienten nach. Um festzustellen, wie die Unterschiedsempfindlichkeit bei dem betreffenden Patienten unter dem Einflufs einer Änderung der Beleuchtungsintensität verändert wird, wurde der Kranke in einem dunklen Zimmer untersucht, in dem die Beleuchtung mittels der bereits geschilderten Vorrichtung gewechselt wurde. Parallel wurde ceteris paribus die Unterschiedsempfindlichkeit des gesunden Auges des Verfassers untersucht. Die Resultate dieser Untersuchung (cf. Tabelle XXII) haben ergeben, dafs, während beim gesunden Menschen mit der Verringerung der Beleuchtungsintensität um die Hälfte die Intermittenzzahl bezw. die Unterschiedsempfindlichkeit um 9—15 %

abnimmt, die Intermittenzzahl bei einem Atrophiker bei gröfseren Beleuchtungsintensitäten um 20—25 abnimmt und bei kleinen Beleuchtungsintensitäten bald das sich nicht mehr verändernde Minimum von sieben Unterbrechungen erreicht.

Tabelle XXII.

Beleuchtungsintensität	Intermittenzzahl	
	Autor	IWAN Z.
1	42	20
$^1/_2$	38	16
$^1/_4$	34	12
$^1/_8$	30	9
$^1/_{16}$	26	7
$^1/_{32}$	22	7
$^1/_{64}$	19	7
$^1/_{128}$	16	7
$^1/_{256}$	14	7

2. GRIGORI CH., 40 Jahre alt, Gutsbesitzer; Tabes. Atrophie der Nn. optici an beiden Augen seit $^1/_2$ Jahre. Visus oculi utriusque = $^{20}/_L$. Gesichtsfeld nicht beschränkt. Der Patient unterscheidet rot, bezeichnet aber grün als schwarz. Die Untersuchung mittels intermittierenden Lichts ist am 20. Mai 1898 ausgeführt worden und hat folgendes Resultat ergeben (cf. Tabelle XXIII).

Tabelle XXIII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	GRIGORI CH.
2	32	27
4	42	37
8	50	44
16	66	58
32	77	69

Bei der Untersuchung im dunklen Zimmer bei verschiedenen Beleuchtungsintensitäten wurden folgende Befunde wahrgenommen (cf. Tabelle XXIV):

Tabelle XXIV.

Beleuchtungsintensität	Intermittenzzahl	
	Autor	Grigori Ch.
1	42	37
1/2	38	24
1/4	34	16
1/8	30	10
1/16	26	7
1/32	22	7
1/64	19	7
1/128	16	7
1/256	14	7

In diesem Falle sehen wir erstens eine geringere Intermittenzzahl für das an Atrophie des N. opticus leidende Auge, zweitens eine Verringerung dieser Zahl um 20—37 % bei Herabsetzung der Beleuchtungsintensität um die Hälfte bei grofsen Intensitäten und rasches Auftreten des sich nicht verändernden Minimums bei geringer Beleuchtungsintensität. Für das gesunde Auge verringerte sich die Intermittenzzahl ceteris paribus ziemlich regelmäfsig bei jeder Herabsetzung der Beleuchtungsintensität um die Hälfte um 9—15 %.

3. Samojlo W., 48 Jahre alt, Kaufmann. Vollständige Atrophie des linken N. opticus bereits seit 6 Jahren, des rechten seit 2 Jahren. Visus oculi dextri $^{20}/_{XL}$. Visus oculi sinistri = 0. Das Gesichtsfeld im rechten Auge ist von aufsen stark beschränkt. Die Untersuchung ist am 10. Juli 1898 ausgeführt und hat folgendes ergeben (cf. Tabelle XXV):

Tabelle XXV.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Samojlo W.
2	31	25
4	43	38
8	52	48
16	66	60
32	79	72

Bei Veränderung der Beleuchtung im dunklen Zimmer wurden folgende Zahlen erhoben (cf. Tabelle XXVI):

Tabelle XXVI.

Beleuchtungs-intensität	Intermittenzzahl	
	Autor	SAMOJLO W.
1	44	38
$^1/_2$	40	28
$^1/_4$	36	20
$^1/_8$	31	13
$^1/_{16}$	27	8
$^1/_{32}$	23	8
$^1/_{64}$	20	8
$^1/_{128}$	17	8
$^1/_{256}$	15	8

Es hat sich somit für das Auge des Kranken SAMOJLO W. die Intermittenzzahl bei Tagesbeleuchtung geringer erwiesen als für das gesunde Auge, während sie bei abgeschwächter Beleuchtung bei grofsen Intensitäten um 27—38 $^0/_0$ abnahm und bei geringer Intensität auf dem Minimum von 8 Unterbrechungen stehen blieb; dagegen verringerte sich die Intermittenzzahl für das gesunde Auge bei Verringerung der Beleuchtung um die Hälfte nur um 9—15 $^0/_0$.

4. MARIE S., 39 Jahre alt, Edelfrau, leidet an Atrophie der Nn. optici seit einem Jahre. Visus oculi dextri $= \frac{1}{\infty}$. Visus oculi sinistri $= {}^{20}/_{\text{LXX}}$. Die Patientin unterscheidet weder rot noch grün. Die am 1. Juli 1898 ausgeführte Untersuchung ergab folgendes Resultat (cf. Tabelle XXVII):

Tabelle XXVII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	MARIE S.
2	30	25
4	43	32
8	51	40
16	65	55
32	76	66

Bei abgeschwächter Beleuchtung im dunklen Zimmer wurden folgende Befunde erhoben (cf. Tabelle XXVIII):

Tabelle XXVIII.

Beleuchtungsintensität	Intermittenzzahl	
	Autor	MARIE S.
1	43	32
1/2	39	24
1/4	35	16
1/8	32	11
1/16	28	7
1/32	24	7
1/64	21	7
1/128	18	7
1/256	15	7

Im vorstehenden Falle hat sich ebenso wie in den ersten drei Fällen die Unterschiedsempfindlichkeit des mit Atrophie des N. opticus behafteten Auges niedriger erwiesen als beim gesunden Menschen; desgleichen hat es sich ergeben, dafs diese Unterschiedsempfindlichkeit unter dem Einflusse einer Herabsetzung der Beleuchtung im Verhältnis zum normalen Auge viel stärker sinkt.

5. SÜSSEL T., 33 Jahre alt, Kaufmann, leidet an Atrophie der Sehnerven seit 1892. Visus oculi dextri = $^{10}/_{XL}$; Visus oculi sinistri = $^{10}/_{C}$. Gesichtsfeld nicht beschränkt. Der Patient unterscheidet weder rot noch grün. Die am 10. November 1895 ausgeführte Untersuchung ergab folgendes (cf. Tabelle XXIX):

Tabelle XXIX.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl		
	Autor	SÜSSEL T.	
		Rechtes Auge	Linkes Auge
2	32	24	23
4	42	36	32
8	51	40	37
16	65	56	55
32	78	66	62

In diesem Falle haben wir gleichfalls eine Abnahme der Unterschiedsempfindlichkeit bei einem mit Atrophie der Nn. optici

behafteten Patienten, wobei diese Abnahme in demjenigen Auge stärker ausgesprochen ist, in dem auch die Sehkraft am meisten gelitten hat. Der Kranke wurde wiederholt untersucht — mit dem Resultat, dafs mit dem Fortschreiten der Atrophie sich auch die Intermittenzzahl, d. h. die Unterschiedsempfindlichkeit verringerte, wie dies aus den Tabellen XXX und XXXI zu ersehen ist: 28. Januar 1897. Visus oculi dextri $^{10}/_{LXX}$; Visus oculi sinistri $^{8}/_{CC}$.

Tabelle XXX.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl		
	Autor	Süssel T.	
		Rechtes Auge	Linkes Auge
2	30	22	20
4	43	30	27
8	51	37	33
16	66	52	44
32	79	60	56

23. Juni 1898: Visus oculi dextri $^{10}/_{CC}$; Visus oculi sinistri = Handbewegung.

Tabelle XXXI.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Süssel T.
		Rechtes Auge
2	33	18
4	44	22
8	52	30
16	65	41
32	80	50

6. Nikolaj A., 49 Jahre alt, Kaufmann, wandte sich an mich am 18. November 1895. Atrophia nervi optici completa oculi sinistri. Visus sinistri = 0. Der Patient klagt über Flimmern im rechten Auge. Visus oculi dextri = $^{20}/_{XV}$. Gesichtsfeld und Farbenempfindung normal; Augengrund unver-

ändert; Tabes. Die Untersuchung mittels intermittierenden Lichts ergab folgendes (cf. Tabelle XXXII):

Tabelle XXXII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	NIKOLAJ A. Rechtes Auge
2	32	24
4	42	28
8	50	35
16	65	44
32	80	64

In diesem Falle hat also bei einem Patienten, bei dem man mittels der üblichen Untersuchungsmethoden irgend welche Abweichungen von der Norm nicht hat feststellen können, die Methode der intermittierenden Reizung eine Herabsetzung der Unterschiedsempfindlichkeit festzustellen vermocht, da die Intermittenzzahl bei dem Patienten für die verschiedene Sektorenzahl stets niedriger war als für das gesunde Auge des Autors. Die weiteren an diesem Patienten angestellten Beobachtungen haben ergeben, dafs bei ihm nach einiger Zeit auch im rechten Auge deutliche Erscheinungen von Atrophie des Sehnerven aufgetreten sind. Je mehr die Sehschärfe nachliefs, desto mehr liefs auch die Unterschiedsempfindlichkeit nach, und desto mehr verringerte sich die Intermittenzzahl (cf. Tabelle XXXIII und XXXIV).

20. Juli 1896: Visus oculi dextri $= {}^{10}/_{L}$. Der Patient unterscheidet weder rot noch grün. Gesichtsfeld gut.

Tabelle XXXIII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	NIKOLAJ A.
2	30	20
4	43	24
8	50	32
16	64	39
32	76	51

12. Januar 1897: Visus oculi dextri = $^{10}/_{c}$.

Tabelle XXXIV.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Nikolaj A.
2	33	17
4	43	20
8	51	26
16	66	35
32	76	44

Dieser Patient erblindete im weiteren Verlauf seiner Krankheit vollständig.

6. Wassili S., 45 Jahre alt, Beamter. Atrophia nervi optici sinistri; Visus oculi sinistri = $^{15}/_{cc}$, Visus oculi dextri = $^{20}/_{X}$; Hypermetropia manif. = 1,0 *D*; Gesichtsfeld im rechten Auge nicht beschränkt. Unterschiedsempfindlichkeit für Farben erhalten; Tabes. Der Patient klagt über Flimmern im rechten Auge. Die ophthalmoskopische Untersuchung ergab keine Veränderungen. Die am 10. Februar 1896 mittels intermittierenden Lichtes ausgeführte Untersuchung ergab folgendes (cf. Tabelle XXXV):

Tabelle XXXV.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	Wassili S. Rechtes Auge
2	30	25
4	42	35
8	52	39
16	67	50
32	80	65

Am 4. November 1896 kam der Patient wieder, nunmehr mit deutlicher Atrophie des N. opticus des rechten Auges. Visus oculi dextri = $^{20}/_{LXX}$. Grün bezeichnet der Patient als schwarz. Hellere Nuancen von rot erkennt er, dunklere nicht. Gesichtsfeld in der Richtung nach oben und innen beschränkt. Unterschiedsempfindlichkeit noch geringer (Tabelle XXXVI).

Tabelle XXXVI.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl	
	Autor	WASSILI S.
2	32	22
4	42	30
8	50	34
16	66	43
32	79	57

8. WASSILI B., 36 Jahre alt, Edelmann; Tabes, klagt über Nebel in beiden Augen. Visus oculi dextri = $^{20}/_{XV}$; Visus oculi sinistri mit — 0,75 = $^{20}/_{XX}$. Augengrund in beiden Fällen normal; bei der am 10. März 1897 mittels intermittierenden Lichts ausgeführten Untersuchung fand man folgendes (cf. Tab. XXXVII):

Tabelle XXXVII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl		
	Autor	WASSILI B.	
		Rechtes Auge	Linkes Auge
2	30	27	27
4	42	35	35
8	51	44	42
16	65	58	56
32	76	66	62

Am 20. September 1897 kam der Patient wieder mit scharf ausgesprochener Atrophie des N. opticus des linken Auges. Visus oculi sinistri $^{20}/_{CC}$. Gesichtsfeld nach aufsen und oben beschränkt. Das rechte Auge bietet bei der ophthalmoskopischen Untersuchung nichts Abnormes. Visus oculi dextri = $^{20}/_{XV}$; der Nebel in diesem Auge besteht aber noch immer. Die Untersuchung mittels intermittierenden Lichts ergab folgendes (cf. Tab. XXXVIII):

Tabelle XXXVIII.

Zahl der Sektoren	Intermittenzzahl		
	Autor	WASSILI B.	
		Rechtes Auge	Linkes Auge
2	32	25	21
4	41	35	32
8	50	42	34
16	65	57	40
32	79	60	51

Wir haben also bei den beiden letzten Patienten ebenso wie bei dem Patienten sub Nr. 6 mittels der Methode der intermittierenden Lichtreizung eine Herabsetzung der Unterschiedsempfindlichkeit zu einer Zeit diagnostizieren können, zu der die gewöhnlichen Untersuchungsmethoden die Ursache der subjektiven Beschwerden der Patienten noch nicht aufzuklären vermochten. Der weitere Verlauf der Krankheit lieferte eine vollkommene Bestätigung dafür, dafs bei den beiden Patienten sich eine schwere Erkrankung des N. opticus zu entwickeln begonnen hat, wobei mit dem Fortschreiten des pathologischen Prozesses die Methode der intermittierenden Reizung in feinster Weise das weitere Nachlassen der Unterschiedsempfindlichkeit anzeigte.

In den nächstfolgenden Beobachtungen werden wir der Kürze halber die Intermittenzzahl für verschiedene Beleuchtungsintensitäten und für verschiedene Sektorenzahl nicht anführen, sondern nur für einige Beleuchtungsintensitäten und für 4 weifse und 4 schwarze Sektoren.[1] Diese Sektorenzahl ist die bequemste, weil die zur Herbeiführung einer Verschmelzung erforderliche Drehgeschwindigkeit in diesem Falle nicht besonders grofs und nicht besonders klein ist, wodurch die Eventualität eines Beobachtungsfehlers beseitigt wird. Sämtliche im nachstehenden angegebenen Intermittenzzahlen sind auf Kreise mit 4 weifsen und 4 schwarzen Sektoren zu beziehen.

9. Hirsch G., 22 Jahre alt, Kleinbürger; Atrophia nervi optici utriusque.

Am 3. Mai 1896 fand man bei der Untersuchung folgendes: Visus oculi dextri = $^{6}/_{L}$; Visus oculi sinistri = $^{15}/_{CC}$. Die mittels der Methode der intermittierenden Reizung bestimmte Unterschiedsempfindlichkeit erwies sich als herabgesetzt:

Autor	Hirsch G.	
	Rechtes Auge	Linkes Auge
I — 42	I — 30	I — 27

3. Juni 1896: Visus oc. dextri — $^{10}/_{CC}$; Visus oc. sinistri — $^{8}/_{CC}$.

Autor	Hirsch G.	
	Rechtes Auge	Linkes Auge
I — 42	I — 26	I — 24

[1] Da die Differenz zwischen den Empfindungen, welche durch weifse und schwarze Sektoren hervorgerufen werden, unendlich grofs ist, so empfiehlt es sich, statt weifser und schwarzer Sektoren eine Kombination von weifsen mit grauen zu nehmen.

5. Juli 1896: Visus oc. dextri — $^{5}_{cc}$; Visus oculi sinistri — $^{6}/_{cc}$.

Autor	Hirsch G.	
	Rechtes Auge	Linkes Auge
I — 42	I — 22	I — 20

10. David K., 40 Jahre alt, Kleinbürger; vor 8 Monaten wurde Atrophie des N. opticus diagnostiziert.

10. September 1897: Visus oculi dextri mit 7,0 $D = {}^{10}_{LXX}$; Visus oculi sinistri $= {}^{10}/_{XL}$.

Autor	David K.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 35	I — 32

4. Mai 1898: Visus oculi dextri mit — 7,0 $D = {}^{6}/_{C}$; Visus oculi sinistri $= {}^{5}/_{LXX}$.

Autor	David K.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 32	I — 29

11. Alexandra T., 42 Jahre alt, Kleinbürgerin, leidet seit 2 Jahren an Atrophie der Nn. optici.

2. März 1898: Visus oculi dextri $= {}^{6}/_{cc}$; Visus oculi sinistri $= {}^{20}/_{cc}$.

	Autor	Alexander T.	
		r. Auge	l. Auge
	I — 43	I — 22	I — 34
Bei mittels Stores abgeschwächtem Licht:	I -- 40	I — 8	I — 23

12. Lea B., 27 Jahre alt, Kleinbürgerin, leidet seit ½ Jahre an Atrophie der Nn. optici.

4. März 1898: Visus oculi dextri = 0; Visus oculi sinistri $= {}^{20}/_{cc}$.

	Autor	Lea B.
	I — 42	I — 29
Bei mittels Stores abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 19

13. Iwan Z., 51 Jahre alt, Kaufmann, leitet seit 5 Monaten an Atropie der Nn. optici.

5. März 1898: Visus oculi utriusque $= {}^{20}/_{LXX}$.

	Autor	Iwan Z.	
		r. Auge	l. Auge
	I — 42	I — 38	I — 34
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 32	I — 27

14. Philipp A., 50 Jahre alt, Kaufmann, leidet seit 2 Jahren an Atrophie der Nn. optici; stark ausgesprochene Ataxie.

17. März 1898: Visus oculi dextri $= \frac{1}{\infty}$; Visus oculi sinistri $= {}^{20}/_{\mathrm{C}}$.

	Autor	Philipp A.
	I — 41	I — 24
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 15

15. Ilia L., 30 Jahre alt, Techniker. Atrophie der Nn. optici seit 8 Monaten.

1. Juni 1898: Visus oculi dextri $= {}^{20}/_{\mathrm{XL}}$; Visus oculi sinistri $= \frac{1}{\infty}$. Gesichtsfeld im rechten Auge nicht beschränkt Grün vermag der Patient nicht zu unterscheiden.

	Autor	Ilia L.
	I — 42	I — 34
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 21

2. August 1898: Visus oculi dextri $= {}^{10}/_{50}$.

	Autor	Ilia L.
	I — 42	I — 27
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 18

16. Michla Z., 22 Jahre alt, Kleinbürgerin; seit 2 Jahren Atrophie des linken N. opticus; seit 2 Monaten ist das rechte Auge erkrankt; Nephritis interstitialis.

10. Juni 1898: Visus oculi dextri $= {}^{20}/_{\mathrm{XL}}$; Visus oculi sinistri $= 0$.

	Autor	Michla Z.
	I — 41	I — 35
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 37	I — 23

17. Joseph S., 50 Jahre alt, Beamter; Tabes. Seit $1^1/_2$ Jahren Atrophie der Nn. optici.

7. Mai 1898: Visus oculi dextri $= {}^{10}/_{\mathrm{LXX}}$; Visus oculi sinistri $= {}^{10}/_{\mathrm{C}}$.

	Autor	Joseph S. r. Auge	Joseph S. l. Auge
	I — 43	I — 32	I — 30
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 20	I — 19

18. Isaak T., 35 Jahre alt, Kaufmann; Tabes. Seit einem Jahre Atrophie der Nn. optici.

	Autor	Isaak T. r. Auge	Isaak T. l. Auge
	I — 41	I — 32	I — 34
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 37	I — 18	I — 18

19. Dimitri T., 46 Jahre alt, Ingenieur. Seit 3 Monaten Atrophie des N. opticus des linken Auges.

15. Juni 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XX}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XL}$.

	Autor	Dimitri T. r. Auge	Dimitri T. l. Auge
	I — 42	I — 41	I — 34
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 37	I — 35	I — 22

20. Katharina W., 37 Jahre alt, Edelfrau, erkrankte vor 9 Monaten an Atrophie der Nn. optici.

11. August 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{L}$.

	Autor	Katharina W. r. Auge	Katharina W. l. Auge
	I — 43	I — 33	I — 32
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 21	I — 20

21. Boris P., 24 Jahre alt, Beamter. In beiden Augen Papillae n. optici blafs. Der Patient klagt über permanentes Flimmern, welches ihm bei seiner Beschäftigung hinderlich ist.

21. April 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{15}$. Grün vermag der Patient nicht zu unterscheiden.

	Autor	Boris P. r. Auge	Boris P. l. Auge
	I — 42	I — 35	I — 36
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 25	I — 25

22. Wassili W., 41 Jahre alt, Schreiber; Anisokoria; Tabes; Papillae n. optici in beiden Augen blafs.

11. August 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{15}$. Unterschiedsempfindlichkeit für Farben normal.

	Autor	Wassili W. r. Auge	Wassili W. l. Auge
	I — 43	I — 36	I — 37
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 27	I — 27

II. Neuritis optica.

23. Marie D., 34 Jahre alt, Kleinbürgerin; Neuritis optica beiderseits; Tumor cerebri.

4. Dezember 1895:

Autor	Marie D. r. Auge	Marie D. l. Auge
I — 41	I — 28	I — 29

15. März 1896: Visus oc. dextri = $^{15}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{8}/_{200}$.

Autor	Marie D. r. Auge	Marie D. l. Auge
I — 41	I — 24	I — 21

24. Iwan K., 19 Jahre alt, Kleinbürger; Neuritis optici oculi utriusque.

27. Februar 1898: Visus oculi dextri = $^{10}/_{L}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XXX}$.

	Autor	Iwan K. r. Auge	Iwan K. l. Auge
	I — 42	I — 29	I — 30
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 40	I — 19	I — 22

25. Boris K., 13 Jahre alt, Kleinbürger; Neuritis optici oculi utriusque; im linken Auge schon Beginn von Atrophie wahrnehmbar.

27. Februar 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{15}/_{cc}$.

	Autor	Boris K. r. Auge	Boris K. l. Auge
	I — 43	I — 22	I — 20
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 11	I — 11

26. Marie S., 38 Jahre alt, Edelfrau; Neuritis optica beiderseits.

20. Juni 1898: Visus oculi dextri mit — 1,25 D = $^{20}/_{XL}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{L}$.

Autor	Marie S. r. Auge	Marie S. l. Auge
I — 42	I — 37	I — 35

27. Emil B., 14 Jahre alt, Edelmann; Neuritis optica oculi utriusque.

10. August 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{c}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{cc}$.

Autor	Emil B. r. Auge	Emil B. l. Auge
I — 42	I — 28	I — 23

28. Hella F., 23 Jahre alt, Kleinbürgerin; Neuritis retrobulbaris oculi utriusque.

22. Juni 1898: Visus oculi dextri = $^{10}/_{L}$. Visus oculi sinistri = $^{10}/_{XXX}$.

	Autor	Hella F. r. Auge	Hella F. l. Auge
	I — 41	I — 33	I — 33
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 25	I — 26

29. Iwan T., 36 Jahre alt, Kaufmann; Neuritis retrobulbaris oculi dextri.

20. Juni 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{LXX}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XV}$.

	Autor	Iwan T. r. Auge	Iwan T. l. Auge
	I — 41	I — 33	I — 42
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 24	I — 37

30. Ilia F., 40 Jahre alt, Kaufmann; Neuritis retrobulbaris oculi utriusque.

6. April 1898: Visus oculi utriusque = $^{4}/_{LXX}$.

	Autor	Ilia F. r. Auge	Ilia F. l. Auge
	I — 41	I — 32	I — 31
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 37	I — 20	I — 18

III. Amblyopia (toxica, hysterica et ex anopsia).

31. Michael Sch., 38 Jahre alt, Edelmann; Amblyopia alcoholica et nicotiana.

12. Mai 1896: Visus oculi dextri mit — 1,5 D = $^{20}/_{LXX}$; Visus oculi sinistri mit — 1,5 D = $^{20}/_{LX}$.

Autor	Michael Sch. r. Auge	Michael Sch. l. Auge
I — 41	I — 33	I — 36

8. Juni 1896: Visus dextri = $^{20}/_{C}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{C}$.

Autor	MICHAEL SCH. r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 30	I — 32

32. IWAN W., 32 Jahre alt, Kleinbürger; Amblyopia alcoholica et nicotiana.

17. Mai 1898: Visus oc. dextri = $^{8}/_{CC}$; Visus oculi sinistri = $^{7}/_{CC}$.

Autor	IWAN W. r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 16	I — 16

33. NIKOLAJ K., 45 Jahre alt, Lehrer; Amblyopia alcoholica et nicotiana.

5. Juni 1897: Visus oculi dextri = $^{20}/_{L}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{C}$.

	Autor	NIKOLAJ K. r. Auge	l. Auge
	I — 42	I — 35	I — 32
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 28	I — 26

34. ZINAIDA K., 24 Jahre alt, Edelfrau; Amblyopia hysterica oculi sinistri; Spasmus palpebrarum. Vor 14 Tagen wurde am linken Auge Nachlassen des Sehvermögens bemerkt.

1. Dezember 1897: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XV}$; Hypermetropia manif. = 0,5 D; Visus oculi sinistri = $^{10}/_{CC}$.

Autor	ZINAIDA K. r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 43	I — 26

35. SALOMON W., 20 Jahre alt, Kleinbürger; Amblyopia ex anopsia oculi sinistri.

24. Januar 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XX}$; Hyperm. man. 1,25; Visus oculi sinisistri = $^{6}/_{CC}$.

Autor	SALOMON W. r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 42	I — 20

36. ALEXANDER CH., 21 Jahre alt, Kaufmann; Amblyopia ex anopsia oculi dextri.

5. März 1898: Visus oculi dextri = $^{10}/_{cc}$; Hyp. manif. = 6,0; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XX}$; Hyperm. man. = 3,0.

Autor	ALEXANDER CH.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 40	I — 23

37. HELENE Z., 38 Jahre alt, Edelfrau; Amblyopia ex anopsia oculi sinistri; Strabismus divergens oculi sinistri.

14. Mai 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XX}$; Myopia 4,5 ⊂ As. m. 0,75; Visus oculi sinistri = $^{10}/_{cc}$; Hyperm. man. 3,0.

Autor	HELENE Z.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 40	I — 23

IV. Retinitis, Chorioiditis et Ablatio retinae.

Da die Amblyopie bei Atrophie des N. opticus oder Neuritis gewöhnlich ein grofses Gebiet, d. h. einen bedeutenden Teil des Gesichtsfeldes in Mitleidenschaft zieht, während sie bei Prozessen in der Retina oder in der Choroidea auf die zentralen Teile beschränkt bleibt, haben wir darauf besonderes Gewicht gelegt, die zentrale Unterschiedsempfindlichkeit zu untersuchen. Aus diesem Grunde wurden die Beobachtungen bei den nächstfolgenden Untersuchungen nicht durch eine Röhre, sondern durch eine 3 mm grofse runde Öffnung oder durch einen 1 mm grofsen Schlitz in einem schwarzen Karton vorgenommen.

38. HELENE G., 37 Jahre alt, Kleinbürgerin; Retinitis centralis ocali dextri.

9. August 1898: Visus oculi dextri = $^{5}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XX}$.

Autor	HELENE G.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 20	I — 40

39. ANNA T., 40 Jahre alt, Edelfrau; Retinitis centralis oculi dextri. Die Patientin klagt über Nebel im linken Auge; die ophthalmoskopische Untersuchung ergibt nichts abnormes.

12. März 1898: Visus oculi dextri = $^{8}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XX}$.

Autor	ANNA T.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 18	I — 35

40. Salman B., 17 Jahre alt, Kleinbürger; Retinitis centralis oculi dextri.

20. November 1897: Visus oculi dextri = $^{15}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XX}$.

Autor	Salman B.	
	r. Auge	l. Auge
I — 43	I — 23	I — 44

41. Domna W., 21 Jahre alt, Kleinbürgerin; Retinitis albuminurica oculi utriusque; Graviditas.

4. Dezember 1895: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{XL}$.

Autor	Domna W.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 37	I — 36

42. Dimitri Z., 45 Jahre alt, Beamter; Retinitis albuminurica oculi utriusque; Nephritis chronica.

1. März 1896: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{L}$.

Autor	Dimitri Z.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 34	I — 35

43. Alexis B., 37 Jahre alt, Maschinist; Apoplexia regionis maculae luteae oculi sinistri.

20. Dezember 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XX}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{L}$.

Autor	Alexis B.	
	r. Auge	l. Auge
I — 43	I — 41	I — 34

44. Chana Tsch., 40 Jahre alt, Kleinbürgerin; Apoplexia regionis maculae luteae oculi dextri.

5. November 1897: Visus oculi dextri = $^{20}/_{C}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XXX}$.

Autor	Chana Tsch.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 32	I — 40

45. Alexander S., 16 Jahre alt, Gymnasiast; Choroiditis disseminata oculi utriusque.

2. August 1898: Visus oculi dextri = $^{8}/_{CC}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XL}$.

	Autor	Alexander S.	
		r. Auge	l. Auge
	I — 42	I — 28	I — 37
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 16	I — 30

46. Lisa B., 27 Jahre alt, [illegible]: Myopia et Chorioretinitis regionis maculae luteae oculi utriusque.

5. März 18[illegible]: Visus oculi utriusque mit — 20,0 = $^{10}/_{\infty}$.

	Autor	Lisa B. r. Auge	Lisa B. l. Auge
	I — 43	I — 33	I — 33
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 26	I — 26

47. Marie Ch., 17 Jahre alt, Edelfrau; Chorioretinitis macularis oculi utriusque.

20. April 18[illegible]: Visus oculi dextri = $^{21}/_{L}$; Visus oculi sinistri = $^{2[illegible]}/_{LXX}$.

Autor	Marie Ch. r. Auge	Marie Ch. l. Auge
I — 42	I — 36	I — 36

48. Samuel W., 30 Jahre alt, Kaufmann; Myopia et Chorioretinitis regionis maculae luteae oculi utriusque.

20. September 1897: Visus oculi utriusque mit — 20,0 = $^{20}/_{L}$.

	Autor	Samuel W. r. Auge	Samuel W. l. Auge
	I — 42	I — 37	I — 37
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 36	I — 30	I — 29

49. Sophie M., 49 Jahre alt, Kaufmannsfrau; Chorioretinitis macularis oculi utriusque.

30. September 1897: Visus oculi dextri mit — 10,0 = $^{10}/_{\infty}$; Visus oculi sinistri mit 6,0 = $^{10}/_{L}$.

	Autor	Sophie M. r. Auge	Sophie M. l. Auge
	I — 47	I — 30	I — 35
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 18	I — 30

50. Semjon A., 30 Jahre alt, Beamter; Myopia et Chorioretinitis regionis maculae luteae oculi utriusque.

6. November 1897: Visus oculi dextri mit — 14,0 = $^{10}/_{L}$; Visus oculi sinistri mit — 12,0 = $^{10}/_{L}$.

	Autor	Semjon A. r. Auge	Semjon A. l. Auge
	I — 41	I — 36	I — 37
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 29	I — 29

51. Alexander D., 32 Jahre alt, Beamter; Myopia et Chorioretinitis regionis maculae luteae oculi utriusque.

26. März 1898: Visus oculi dextri mit — 13,0 = $^{20}/_{XL}$; Visus oculi sinistri mit — 14,0 = $^{20}/_{LXX}$.

	Autor	Alexander D. r. Auge	Alexander D. l. Auge
	I — 42	I — 33	I — 33
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 28	I — 27

52. Zyrilus Z., 25 Jahre alt, Kleinbürger; Ablatio retinae oculi utriusque.

2. Dezember 1895: Visus oculi dextri mit — 12,0 = $^{20}/_{C}$; Visus oculi sinistri = 0.

Autor	Zyrilus Z.
I — 43	I — 32

53. Vera O., 29 Jahre alt, Kaufmannsfrau; Ablatio retinae oculi sinistri.

4. November 1897: Visus oculi dextri mit — 6,0 = $^{20}/_{XX}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{CC}$.

	Autor	Vera O. r. Auge	Vera O. l. Auge
	I — 42	I — 40	I — 34
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 36	I — 19

54. Sophie R., 28 Jahre alt, Kaufmannsfrau; Ablatio retinae oculi utriusque.

13. Oktober 1897: Visus oculi dextri = 0; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{L}$.

	Autor	Sophie R.
	I — 41	I — 36
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 38	I — 22

55. Samuel R., 33 Jahre alt, Lehrer; Ablatio retinae oculi dextri; Myopia et chorioretinitis oculi sinistri.

23. August 1898: Visus oculi dextri = $^{15}/_{CC}$; Visus oculi sinistri mit — 18 = $^{10}/_{L}$.

	Autor	Samuel R. r. Auge	Samuel R. l. Auge
	I — 43	I — 30	I — 36
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 21	I — 27

V. Glaucoma.

56. Afanasi M., 48 Jahre alt, Kleinbürger; Glaucoma chronicum oculi utriusque.

3. Dezember 1897: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XXX}$; Visus oculi sinistri = $^{15}/_{CC}$.

Autor	Afanasi M.	
	r. Auge	l. Auge
I — 43	I — 38	I — 25

57. Marie M., 45 Jahre alt, Edelfrau; Glaucoma chronicum oculi utriusque.

25. Februar 1898: Visus oculi dextri mit Cyl. — 0,75 = $^{20}/_{L}$; Visus oculi sinistri mit — 2,0 = $^{20}/_{L}$.

	Autor	Marie M.	
		r. Auge	l. Auge
	I — 43	I — 31	I — 28
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 27	I — 24

58. Isaak Ch., 46 Jahre alt, Kleinbürger; Glaucoma absolutum oculi dextri et prodromi glaucomatis sinistri.

29. Oktober 1897: Visus oculi dextri = 0; Visus oculi sinistri mit — 0,75 = $^{20}/_{XL}$.

Autor	Isaak Ch.
I — 42	I — 36

2. Februar 1898: Stark ausgesprochenes Glaukom im linken Auge; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{CC}$.

Autor	Isaak Ch.
I — 42	I — 28

59. Anna P., 51 Jahre alt, Edelfrau. Prodromalerscheinungen von Glaukom im rechten Auge: Schmerzen in der rechten Schläfe, zeitweise Nebel und sehen eines Regenbogenkreises.

21. Dezember 1897: Visus oculi utriusque mit — 0,75 = $^{20}/_{20}$. Gesichtsfeld an beiden Augen normal.

Autor	Anna P.	
I — 43	I — 36	I — 40

60. Anna R., 45 Jahre alt, Kleinbürgerin; Glaucoma chronicum oculi utriusque.

20. Juni 1898: Visus oculi dextri = $\frac{1}{\infty}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{CC}$.

	Autor	Anna R.
	I — 43	I — 29
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 40	I — 18

61. Tatiana M., 35 Jahre alt, Kleinbürgerin; Glaucoma simplex oculi dextri et absolutum sinistri. Colobomata artificialia oculi utriusque.

30. März 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XL}$; Visus oculi sinistri = 0.

Autor	Tatiana M.
I — 42	I — 36

8. Mai 1898; Visus oculi dextri = $^{20}/_{C}$.

Autor	Tatiana M.
I — 42	I — 30

8. August 1898: Visus oculi dextri = $^{10}/_{CC}$.

Autor	Tatiana M.
I — 43	I — 24

VI. Hemeralopia.

a) Hemeralopia idiopathica.

62. Anna P., 65 Jahre alt, Kleinbürgerin; Hemeralopia; erkrankte während der grofsen Fasten.

20. März 1898: Visus oculi dextri mit — 10,0 = $^{20}/_{L}$; Visus oculi sinistri mit — 8,0 = $^{20}/_{70}$.

	Autor	Anna P. r. Auge	Anna P. l. Auge
	I — 43	I — 29	I — 29
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 40	I — 21	I — 21

63. Iwan S., 37 Jahre alt, Bauer; Hemeralopia; erkrankte während der grofsen Fasten.

5. März 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{20}$.

	Autor	Iwan S.
	I — 44	I — 40
Bei abgeschwächtem Licht.	I — 40	I — 25

64. Zyrilus K., 70 Jahre alt, Bauer; Hemeralopia; erkrankte während der Karwoche.

1. Mai 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{L}$.

	Autor	Zyrilus K.
	I — 42	I — 34
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 19

65. Thomas F., 40 Jahre alt, Kleinbürger; Hemeralopia et Xerosis conjunctivae.

18. März 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{XV}$.

	Autor	Thomas F. r. Auge	Thomas F. l. Auge
	I — 43	I — 42	I — 41
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 37	I — 23	I — 20
Bei Beleuchtung durch einen schmalen Schlitz in den Fensterladen eines dunklen Zimmers:	I — 28	I — 10	I — 8
Nach 20 Min. langer Adaptation:	I — 36	I — 15	I — 14

66. Iwan A., 16 Jahre alt, Kleinbürger; Hemeralopia et Xerosis conjunctivae; krank seit 14 Tagen.

13. März 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{XX}$.

	Autor	Iwan A. r. Auge	Iwan A. l. Auge
	I — 41	I — 41	I — 42
Bei abgeschwächtem Licht:	I — 39	I — 29	I — 29
Bei Beleuchtung durch einen schmalen Schlitz in den Fensterladen:	I — 30	I — 18	I — 18
Nach ½stündiger Adaptation:	I — 36	I — 20	I — 20

b) Hemeralopia symptomatica.

67. Matwej K., 18 Jahre alt, Kommis; Retinitis pigmentosa.

17. Februar 1895: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{XX}$.

Autor	Matwej W. r. Auge	Matwej W. l. Auge
I — 42	I — 41	I — 41

68. Grigori W., 23 Jahre alt, Kleinbürgerin; Retinitis pigmentosa.

4. Oktober 1897: Visus oculi utriusque mit — 0,5 = $^{20}/_{XXX}$.

	Autor	Grigori W. r. Auge	Grigori W. l. Auge
	I — 43	I — 40	I — 40
Bei Beleuchtung durch einen schmalen Schlitz in den Fensterladen:	I — 30	I — 10	I — 9
Nach ½stündiger Adaptation:	I — 40	I — 17	I — 15

69. EUGENIE R., 25 Jahre alt, Kleinbürgerin, Retinitis pigmentosa.

25. Februar 1898: Visus oculi dextri mit 2,5 = $^{20}/_{\text{xxx}}$; Visus oculi sinstri mit — 1,25 = $^{20}/_{\text{xxx}}$.

	Autor	EUGENIE R. r. Auge	l. Auge
	I — 42	I — 38	I — 38
Bei Beleuchtung durch einen schmalen Schlitz in den Fensterladen:	I — 30	I — 17	I — 17
Nach $^1/_2$ stündiger Adaptation:	I — 40	I — 23	I — 23

70. ISAAK F., 22 Jahre alt, Kleinbürger; Retinitis pigmentosa atypica.

17. März 1898: Visus oculi utriusque = $^{20}/_{\text{XL}}$.

	Autor	ISAAK F. r. Auge	l. Auge
	I — 41	I — 20	I — 20
Bei Beleuchtung durch einen schmalen Schlitz in den Fensterladen:	I — 30	I — 13	I — 12
Nach $^1/_2$ stündiger Adaptation:	I — 38	I — 16	I — 15

71. NIKOLAJ M., 41 Jahre alt, Kaufmann; Retinitis pigmentosa.

7. Dezember 1898: Visus utriusque mit — 3,0 = $^{20}/_{\text{xxx}}$.

	Autor	NIKOLAJ r. Auge	l. Auge
	I — 42	I — 41	I — 41
Bei Beleuchtung durch einen schmalen Schlitz in den Fensterladen:	I — 32	I — 23	I — 22
Nach $^1/_2$ stündiger Adaptation:	I — 38	I — 27	I — 25

Da der Kranke ein sehr intelligenter Mensch war, wurde eine Untersuchung der Empfindlichkeit der peripheren Teile seiner Retina für intermittierende Lichtreize bei stark geschwächtem Licht vorgenommen. Die Untersuchung wurde mehrere Male wiederholt, wobei sie stets folgendes Resultat ergab: Während der Patient mit dem Zentrum der Retina das Flimmern deutlich wahrnahm und die Intermittenzzahl hierbei 23 betrug, schien ihm nach seiner Versicherung der Kreis in der Peripherie bei der langsamsten Bewegung gleichmäſsig zu sein. Nach $^1/_2$ stündiger Adaptation nahm der Patient mit den peripheren Retinateilen Flimmern wahr. Jedoch ist es kein einziges Mal gelungen, die Unterbrechungszahl infolge der sehr lang-

samen Bewegung, d. h. infolge der zu geringen Intermittenzzahl aufzunehmen.

VII. Erkrankungen der lichtbrechenden Medien.

72. Marie T., 20 Jahre alt, Kleinbürgerin. Diffuse Trübung der Hornhaut beider Augen im Anschlufs an parenchymatöse Keratitis.

20. Oktober 1895: Visus oculi dextri = $^{20}/_{c}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{cc}$.

Autor	Marie T.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 34	I — 32

73. Laurentius K., 40 Jahre alt, Kleinbürger; Pannus trachomatosus oculi dextri et Leucoma centrale oculi sinistri.

4. Dezember 1895: Visus oculi dextri = $^{20}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{5}/_{cc}$.

Autor	Laurentius K.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 35	I — 22

74. Egor M., 24 Jahre alt, Kommis; Iritis plastica oculi sinistri.

28. Juli 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{xx}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{cc}$.

Autor	Egor M.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 44	I — 32

75. Michael P., 46 Jahre alt, Beamter; Iritis serosa oculi dextri.

5. Mai 1898: Visus oculi dextri mit — 1,0 = $^{20}/_{c}$; Visus oculi sinistri mit — 1,0 = $^{20}/_{xx}$.

Autor	Michael P.	
	r. Auge	l. Auge
I — 43	I — 40	I — 31

76. Michael B., 45 Jahre alt, Förster; Aphakia artificialis oculi dextri et incipiens sinistri.

5. Dezember 1897: Visus oculi dextri mit + 11,0 = $^{10}/_{xv}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{LXX}$.

Autor	Michael B.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 36	I — 34

77. NIKOLAJ F., 30 Jahre alt, Eisenbahnbeamter; Cataracta zonularis et coloboma artificiale oculi utriusque.

6. März 1898: Visus oculi dextri = $^{10}/_{cc}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{c}$.

Autor	NIKOLAJ F.	
	r. Auge	l. Auge
I — 44	I — 24	I — 28

78. GABRIEL G., 32 Jahre alt, Schiffskapitän; Opacitates corporis vitrei natantes oculi utriusque.

17. Oktober 1895: Visus oculi dextri = $\frac{1}{\infty}$; Visus oculi sinistri = $^{20}/_{XL}$.

Autor	GABRIEL G.
I — 43	I — 33

79. IRINA P., 20 Jahre alt, Kleinbürgerin; Opacitates corporis vitrei oculi sinistri.

20. Juli 1898: Visus oculi dextri = $^{20}/_{XX}$; Visus oculi sinistri = $^{15}/_{cc}$.

Autor	IRENE P.	
	r. Auge	l. Auge
I — 41	I — 46	I — 38

80. IWAN P., 23 Jahre alt, Kleinbürger; Opacitates corporis vitrei natantes oculi utriusque.

5. Oktober 1897: Visus oculi dextri mit — 5,0 = $^{20}/_{XL}$; Visus oculi sinistri = $^{8}/_{cc}$.

Autor	IWAN P.	
	r. Auge	l. Auge
I — 42	I — 46	I — 37

Die von mir an dem im Vorstehenden geschilderten klinischen Material mittels der Methode, die ich vorzuschlagen mir erlaube, gewonnenen Resultate zeigen, dafs nicht nur bei Erkrankungen des Sehnerven, der Netzhaut oder des Gefäfsapparats des Auges, sondern auch bei Erkrankungen der brechenden Medien, die zur Herabsetzung der Sehschärfe führen, eine Herabsetzung der Intensität der Lichtempfindung bezw. der Unterschiedsempfindlichkeit stattfindet. Diese Resultate widersprechen zwar den Angaben SAMELSOHNS[1], der gefunden hat, dafs

[1] l. c.

Trübungen der Hornhaut, der Kristallinse und des Glaskörpers auf die Unterschiedsempfindlichkeit keinen Einfluſs haben, werden aber durch die Untersuchungen TREITELS[1] bestätigt, der Befunde erhoben hat, die den meinigen ähnlich sind. Da sich die Unterschiedsempfindlichkeit des normalen Auges, führt TREITEL aus, bei Herabsetzung der absoluten Helligkeit verringert, so kann man schon a priori annehmen, daſs die zentrale Unterschiedsempfindlichkeit sinken muſs, wenn die Trübungen der brechenden Medien einen gewissen Grad erreichen. Das Sinken der Unterschiedsempfindlichkeit wird um so deutlicher hervortreten, je gröſser ceteris paribus das Untersuchungsobjekt sein wird. Die widersprechenden Resultate, welche SAMELSOHN mittels der MASSONschen Kreise erzielt hat, erklärt TREITEL durch das von SAMELSOHN verwendete zu groſse Untersuchungsobjekt, da dieser Autor nicht den vollkommen begrenzten nur zentralen Teil der Retina untersucht hat. Das Sinken der Unterschiedsempfindlichkeit ist somit nach TREITEL kein spezifisches Merkmal gewisser Formen von Amblyopie, sondern stellt ein Symptom der verringerten funktionellen Tätigkeit des Sehapparats dar, und zwar in demselben Sinne, wie die Verringerung der Sehschärfe oder des quantitativen Farbensinnes. Ferner geht aus den Resultaten unserer Untersuchungen hervor, daſs bei den von uns untersuchten Kranken mit dem Fortschreiten des pathologischen Prozesses und der Abnahme der Sehschärfe auch die Abnahme der Unterschiedsempfindlichkeit parallel ging, welche letztere im gesunden Auge des Autors und bei manchen anderen Personen mit gesunden Augen mehrere Monate und selbst mehrere Jahre lang in Abhängigkeit von der Beleuchtung infolge Wetterwechsels unbedeutende Schwankungen von 3—4 Unterbrechungen aufwies. (Die gröſsten Schwankungen der Intermittenzzahl bewegten sich bei gesunden Individuen für 4 weiſse und 4 schwarze Sektoren zwischen 38 und 44.)

Bei schwächerer Beleuchtung sinkt die Unterschiedsempfindlichkeit bei Kranken weit mehr als ceteris paribus bei gesunden Personen: während sie bei gesunden Personen um 10—15 % nachläſst, sinkt sie unter denselben Beobachtungsbedingungen bei Kranken um 25—35 %.

---

[1] l. c.

Die Methode der klinischen Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit mittels intermittierenden Lichts (Intermittenzmethode), die wir hiermit in Vorschlag bringen, ist nicht nur wissenschaftlich begründet, sondern gewährt sogar die Möglichkeit, eine eventuelle Erkrankung des Auges schon dann zu konstatieren, wenn sie durch andere Untersuchungsmethoden noch nicht festzustellen ist. Illustrativ sind die Beobachtungen 6, 7, 8, 39, 58 und 59.

Mit der Wirkung intermittierender Lichter hat sich unter meiner Leitung MARKOW[1] beschäftigt und zum Schlufs gelangt, dafs die Flimmermethode ihrer Einfachheit und Genauigkeit wegen als Mafsstab der Unterschiedsempfindlichkeit für die klinische Untersuchung sehr verwertbar sei. Nach MARKOW nimmt die Lichtempfindlichkeit bei allen Affektionen mit Herabsetzung der Sehschärfe stets ab, besonders stark gesunken ist die Lichtempfindlichkeit bei Glaucoma, Chorioretinitis und Retinitis; die niedrigsten Zahlen sind bei den Affektionen des N. opticus zu konstatieren; bei Medientrübungen mufs, nach MARKOW, die Sehschärfe stark gesunken sein, damit ein anomaler Grad der Unterschiedsempfindlichkeit konstatiert werden kann. Auf Grund seiner Beobachtungen an 546 Augen meint MARKOW, dafs der normalen Lichtempfindlichkeit bei schwacher Tagesbeleuchtung 30—33 Intermissionen, bei mittlerer 34—35 und bei starker 36—38 entsprechen.

Besondere Beachtung nehmen die Befunde in Anspruch, welche wir bei Hemeralopie erhoben haben. Bezüglich des Wesens und der Ursachen der Hemeralopie bestehen verschiedene Ansichten. PARINAUD[2] führt die Hemeralopie auf Konsumption des Sehpurpurs zurück, UHTHOFF[3] auf eine Störung des Lichtsinnes, welche durch Erhöhung der unteren Reizschwelle charakterisiert ist, TREITEL[4] und CATANIA[5] auf Verlangsamung der Adaptation ohne Störung der Lichtempfindung, KUSCHBERT[6] auf Verlangsamung der Adaptation infolge von Konsumption

---

[1] Versuche über intermittierende Reizung der Netzhaut. [Russisch.] *Westnik Ophthalmologie* 18, S. 24, 152, 247.

[2] L'héméralopie et les fonctions du pourpe visuel. *Compt. rend.* 93. 1881.

[3] *Berliner klinische Wochenschrift* (28). 1890.

[4] *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* 21, S. 139.

[5] *Archiv d'ophthalm.* 1. 1894. — *Zentralbl. f. Augenheilk.* S. 150. 1895.

[6] *Deutsche medizinische Wochenschrift* (21 u. 22). 1884.

des Sehpurpurs, SCHIRMER[1] auf Verlangsamung der Adaptation und Erhöhung der unteren Reizschwelle. Als Ursache der Hemeralopie betrachten manche Autoren Blendung, andere Ernährungsstörungen, dritte glauben dieselbe in beiden Faktoren zu erblicken. Nach der Ansicht von KRIENES[2] ist die Ursache der Hemeralopie in Störung des Gleichgewichts zwischen Dissimilation und Assimilation der Sehsubstanz zu suchen. Diese Störung des Gleichgewichts beruht auf einer verhältnismäfsig schwachen Assimilation, d. h. auf einer lokalen Ernährungsstörung. Letztere wird entweder durch Einwirkung von grellem Licht, welche die sekretorische Funktion des Pigmentepithels affiziert oder durch Störung der .allgemeinen Ernährung bedingt. Durch das gehäufte Auftreten von Hemeralopie während der grofsen Fasten, in Hungerjahren infolge von Mifsernte, während Epidemien von Flecktyphus, Skorbut, Pellagra (infolge von Vergiftung mit Ptomainen von in Fäulnis übergegangenem Mais) sehen sich viele Autoren veranlafst, Ernährungsstörungen als eine der hauptsächlichen Ursachen der Hemeralopie zu betrachten. Dagegen nehmen ADAMJUK[3], RUSSANOW[4], O. WALTER[5] und SCHTSCHOPJEW[6] an, dafs das Auftreten von Hemeralopie von den klimatischen Verhältnissen abhängt, indem sie von dem Standpunkte ausgehen, dafs der Genius epidemicus der Hemeralopie ein Miasma ist: die Hemeralopie wäre nach ADAMJUK eine parasitäre Erkrankung, die durch Mikrobien bedingt wird, welche den Malariaplasmodien ähnlich sind. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dafs bei guter Beleuchtung die Unterschiedsempfindlichkeit bei an Hemeralopie leidenden Personen normal ist, und dafs nur bei schwächerer Beleuchtung eine ziemlich bedeutende und der Herabsetzung der Beleuchtung nicht proportionelle Verringerung der Unterschiedsempfindlichkeit eintritt. Eine Ausnahme bilden diejenigen Kranken, bei denen schon bei Tageslicht eine Abnahme des Sehvermögens beobachtet wird: bei diesen Patienten tritt ein Nachlassen der Unterschiedsempfindlichkeit schon bei guter Beleuchtung ein. Bereits TREITEL hat

---

[1] *Deutsche medizinische Wochenschrift* (3). 1891.
[2] Über Hemeralopie. 1896.
[3] *Wjestnik ophthalmologii.* 1892. [Russisch.]
[4] *Wratsch* (16). 1885.
[5] *Archiv f. Augenheilkunde* 27 (1 u. 2).
[6] *Wojenno-Medicinski Journal* (Januar u. Februar). 1896. [Russisch.]

auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht, welche nach seiner Meinung seiner Theorie keineswegs widerspricht, nämlich dafs die Hemeralopie nur eine Störung der Adaptation und nicht eine Erkrankung des Sehnervenapparats ist. TREITEL erklärt diese Fälle von Anomalie der Lichtempfindung bei an Hemeralopie leidenden Personen bei Tageslicht dadurch, dafs dasselbe schädliche Agens in schweren Fällen aufser einer Störung der Adaptation noch eine Erkrankung des Sehnervenapparats hervorruft. Die von uns erzielten Resultate sind einerseits den Angaben von KRIENES analog, der eine Herabsetzung der Sehschärfe bei manchen Hemeralopen bei Tagesbeleuchtung und ein nicht proportionelles Nachlassen derselben bei abgeschwächter Beleuchtung, d. h. eine Erhöhung der unteren Reizschwelle gefunden hat; andererseits sind unsere Resultate denjenigen TREITELS analog, der gefunden hat, dafs die Unterschiedsempfindlichkeit bei Hemeralopen mit normalem Sehvermögen bei abgeschwächter Beleuchtung, bei Hemeralopen mit herabgesetztem Sehvermögen bei jeder Beleuchtung verändert ist. TREITEL glaubt nicht annehmen zu können, dafs die Reizschwelle und die Unterschiedsempfindlichkeit voneinander abhängig sein sollen, da sowohl die Reizschwelle, wie auch die Unterschiedsempfindlichkeit sowohl bei mit reiner Amblyopie behafteten Kranken, wie auch bei Amblyopen, die mit Hemeralopie behaftet sind, abnorm gefunden wurden. Schon a priori ist eine solche Unabhängigkeit unmöglich, da die Reizschwelle einen partiellen Fall von Unterschiedsempfindlichkeit darstellt, d. h. die Reizschwelle ist die Unterschiedsempfindlichkeit nur bei minimaler Beleuchtung. Unsere Beobachtungen können aufserdem als Bestätigung der Ansichten derjenigen Autoren gelten, die das Wesen der Hemeralopie in Störung der Adaptation erblicken, weil die Störung der Unterschiedsempfindlichkeit bei abgeschwächtem Licht, wie wir sehen, bei den von uns untersuchten Hemeralopen unter dem Einflusse der Adaptation sich allmählich verringert. Während aber ein gesundes Auge innerhalb 20 bis 30 Minuten bereits vollständig adaptiert ist, geht dieser Prozefs bei Hemeralopen weit langsamer vor sich. Die von uns festgestellte bedeutende Verringerung der Unterschiedsempfindlichkeit bei Hemeralopen bei schwächerer Beleuchtung kann man somit auf hochgradige Störung der Adaptation, die bei solchen Kranken besteht, zurückführen. Da die Adaptationsfähigkeit der

peripheren Teile der Retina, wie wir bereits einmal hervorgehoben haben, höher ist als diejenige der zentralen Teile derselben, so ist die Beobachtung 71 sehr lehrreich, nämlich diejenige, die einen Patienten mit pigmentöser Retinitis betrifft, bei dem die Unterschiedsempfindlichkeit der Peripherie der nicht adaptierten Retina fast 0 gleich war und nur unter dem Einflusse der Adaptation etwas gestiegen ist. Diese Beobachtung kann als indirekte Stütze für die Theorie von v. Kries dienen, nämlich dafs den Stäbchen, welche hauptsächlich an der Peripherie lokalisiert sind und im Zentrum der Retina fehlen, die Funktion des Sehens bei abgeschwächter Beleuchtung zufällt, d. h. dafs die Stäbchen einen Dunkelapparat darstellen. Diese Theorie findet ihre Bestätigung in den Beobachtungen, welche Uhthoff nach der Aufforderung von Kries über die Erscheinung des Flimmerns bei den total Farbenblinden gemacht hat. In der unlängst erschienenen Mitteilung über diese Untersuchungen schreibt von Kries[1], „dafs die Beobachtung ergibt, in voller Bestätigung dessen, was nach der Theorie vermutet werden konnte, dafs im vollen Tageslicht die Erscheinung des Flimmerns für den total Farbenblinden bei einem Lichtwechsel von einigen zwanzig Malen pro Sekunde aufhört, während unter gleichen Umständen das normale Auge einen zwei- bis dreifach schnellern Lichtwechsel erforderte.“

Thesen.

Die Hauptresultate unserer Untersuchungen, von denen wir nur die typischen Versuche mit mittleren Zahlen mitgeteilt haben, sind:

1. In dem bekannten Filehneschen Phänomen, welches darin besteht, dafs bei intermittierender Lichtreizung mittels aus weifsen und schwarzen Sektoren zusammengesetzter Kreise die zur Verschmelzung der einzelnen Reize zu einer einzigen Empfindung erforderliche Intermittenzzahl mit der Vergröfserung der Sektorenzahl zunimmt, spielt aufser der Augenbewegung noch die Zusammensetzung des Gesichtsfeldes eine Rolle, d. h. die Zahl der Teilungslinien, welche im gegebenen Moment auf ein und dieselbe Partie der Retina fallen.

[1] *Zeitschrift f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane* **32**, S. 114.

2. Das Gesetz von MARBE: „Steigerung der mittleren allgemeinen Helligkeit fördert das Verschmelzen der Empfindungen“ wird durch das Experiment bestätigt.

3. Das Gesetz von MARBE: „Einem gleichen Reizunterschied entspricht ungefähr eine gleiche Intermittenzdauer“ erweist sich bei der experimentellen Prüfung als unrichtig.

4. Verringerung der Differenz zweier intermittierender aufeinander folgender Reize fördert das Verschmelzen der Empfindungen.

5. Bei abgeschwächter Beleuchtung und nach genügender Adaptation ist die Empfindlichkeit des Zentrums der Retina für intermittierendes Licht sehr unbedeutend und gleicht bei minimaler Beleuchtung fast 0. In der Richtung zur Peripherie der Retina nimmt die Empfindlichkeit für intermittierende Reizungen bei abgeschwächter Beleuchtung zu. Bei guter Beleuchtung wird eine entgegengesetzte Erscheinung wahrgenommen: hohe Empfindlichkeit des Zentrums und Verringerung dieser Empfindlichkeit in der Richtung zur Peripherie. Dieses Gesetz gilt nicht nur für weifs, sondern auch für sämtliche Grundfarben.

6. Sowohl Pigment- wie auch Spektralfarben bilden in bezug auf die Verschmelzung der Empfindungen bei intermittierenden Reizungen, die aus einer Kombination von farbigen und farblosen bestehen, folgende Reihe: die gröfste Intermittenzzahl ist für gelb erforderlich, dann folgen rot, grün und blau.

7. Eine Herabsetzung der Unterschiedsempfindlichkeit, welche mittels der Methode der intermittierenden Lichtreizung sehr genau bestimmt werden kann, wird nicht nur bei Erkrankungen der Retina, sondern auch bei Trübungen der brechenden Medien, die zur Herabsetzung des Sehvermögens führen, beobachtet. Die Unterschiedsempfindlichkeit sinkt parallel dem Fortschreiten des Krankheitsprozesses und dem Nachlassen des Sehvermögens. Bei Abschwächung der Beleuchtung sinkt die Unterschiedsempfindlichkeit bei Kranken mehr als bei Gesunden und der Abschwächung der Beleuchtung nicht proportional.

8. Bei Hemeralopen mit normalem Sehvermögen sinkt die Unterschiedsempfindlichkeit nur bei abgeschwächter Beleuchtung, dabei sehr stark und der Veränderung der Beleuchtung nicht proportional, während sie bei Hemeralopen mit herabgesetztem Sehvermögen selbst bei guter Beleuchtung abgeschwächt ist.

Die Ursache der Herabsetzung der Unterschiedsempfindlichkeit der Hemeralopen liegt wahrscheinlich in Störung der Adaptation.

9. Die v. Kriessche Theorie, welche den Stäbchen die Bedeutung eines an die Dunkelheit angepafsten Apparats (Dunkelapparat) beimifst, erhält in meinen Untersuchungsergebnissen eine neue Stütze.

Die Resultate meiner Untersuchungen haben somit nicht nur die Richtigkeit der von mir in der Einleitung aufgestellten Hypothese bestätigt, dafs die kranke Retina bezw. deren Zentren auf intermittierende Lichtreize anders reagieren müssen als die gesunde Retina, sondern auch zu dem Schlusse geführt, dafs man sich des intermittierenden Lichtes zur klinischen Untersuchung des Lichtsinnes bedienen kann, da die Fähigkeit, die einzelnen Empfindungen zu einem Ganzen zu verschmelzen, als Mafsstab für die Innerz der der Reizung ausgesetzten Teile erscheint. Aber als gleicher Mafsstab der Innerz kann auch die Empfindlichkeit für rasche Reize dienen. Bei grofser Innerz geht die Verschmelzung leicht vor sich, während kurze Reize nicht wahrgenommen werden. In Anbetracht der Analogie mit der Muskelkontraktion und der Nervenerregung (cf. Einleitung) kann man schon a priori erwarten, dafs zwischen der Unterschiedsempfindlichkeit (resp. Intermittenzzahl) und dem Grade der Empfindlichkeit für Lichtreize kleinster Dauer eine direkte Proportionalität bestehen müsse. Je kürzer der Lichtreiz ist, der vom Auge noch wahrgenommen wird, destomehr sind wir ceteris paribus berechtigt, auch eine höhere Unterschiedsempfindlichkeit vorauszusetzen und umgekehrt. Dasselbe gilt bis zu einem gewissen Grade für die Schnelligkeit, mit der die durch einen bestimmten Reiz gesetzte Gesichtsempfindung ihre maximale Gröfse erreicht. Schliefslich ist als Grundlage der erwähnten Fähigkeit eine rasche Wiederherstellung der Ruhe in der Retina und den optischen Zentren nach dem Aufhören des Reizes anzunehmen. Die grofse Schnelligkeit dieser Restitution weist auf die hohe Vollkommenheit der physiologischen Organisation hin. Die Frage der Empfindlichkeit der Retina für Lichtreize von kleinster Dauer im Zusammenhang mit der im vorstehenden geschilderten Forschung bildet das Thema einer neuen Arbeit, mit der ich mich augenblicklich befasse. Die Resultate dieser Arbeit sollen demnächst veröffentlicht werden.

Zum Schlufs ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. W. Danilewski für die mir geleistete Hilfe und für die rege Teilnahme an meiner Arbeit an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank zu sagen.

Mein aufrichtigster Dank gebührt auch meinem Lehrer Herrn Prof. L. Hirschmann für die mir erteilte Erlaubnis, das klinische Material zu verwenden, sowie für die mir bei meinen klinischen Untersuchungen wohlwollend erteilten Ratschläge.

Literatur.

Adamjuk. Erkrankungen des Lichtsinnapparats des Auges. Kasan 1897. Bd. 1, S. 198.

— *Westnik Ophthalmologii*, 1892.

Aubert, H. Physiologie der Netzhaut. 1865. S. 351.

Baader. Über die Empfindlichkeit des Auges zum Lichtwechsel. Inaugur.-Dissertation. Freiburg 1891.

Bellarminoff. Über intermittierende Netzhautreizung. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **35**, Abt. 1, S. 25. 1889.

Bernstein, J. Lehrbuch der Physiologie. 1894. S. 624.

Bjerrum. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **30**, Abt. 2, S. 202. Untersuchungen über den Lichtsinn und den Raumsinn bei verschiedenen Augenkrankheiten.

Brücke. Über den Nutzeffekt intermittierender Netzhautreizung. *Bericht der Wiener Akademie* **49**, S. 1. 1864.

Catania. Sull' essenz. dell' emeralopia. *Archiv d'ophthal.* **1**. 1894. *Zentralblatt f. Augenheilkunde* 1894, S. 150.

Chodin. Über die Empfindlichkeit für Farben auf der Peripherie der Netzhaut. *Graefes Archiv* **22**, 3, S. 177.

Dobrowolski und Henb. Über die Empfindlichkeit auf der Peripherie der Netzhaut. *Pflügers Archiv* **12**, S. 432.

D'Arcy. *Mem. de l'Acadêm. de Paris* 1865, S. 450.

Emsmann. *Poggendorfs Annalen* **89**, S. 611. 1853.

Exner, S. Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit. *Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften* **58**, 2. Abt., S. 601. 1868.

— Bemerkungen über intermittierende Netzhautreizungen. *Pflügers Arch. für die gesamte Physiologie* 1876, 3. Jahrg., S. 214.

— *Repert. der Physik* **20**, S. 344. (*Protokoll der Chem.-physik. Ges. zu Wien*, 18. März 1884) und *Pflügers Archiv* **20**, S. 614.

Fick, Adolf. Über den zeitlichen Verlauf der Erregung in der Netzhaut. *Archiv f. Anatomie u. Physiologie* 1863, S. 739.

—, E. Über Stäbchensehschärfe und Zapfensehschärfe. *Graefes Archiv für Ophthalmologie* **45**, Abt. 2, S. 336.

Filehne. Über den Entstehungsort des Lichtstaubes, der Starblindheit und der Nachbilder. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **21**, Abt. 2, S. 1.

Fechner. Elemente der Psychophysik. Bd. I, S. 323.

Förster. Über Hemeralopie und die Anwendung eines Photometers im Gebiete der Ophthalmologie. Breslau 1857. S. 3.

Haycraft, J. B. Luminosity and Photometry. *Journal of Physiology* **21**, S. 126—146. 1897.

Helmholtz. Handbuch der Physiologischen Optik. II, S. 483.

Henry, Ch. Lois d'établissement et de persistance de la sensation lumineuse, d'eduites de recherches nouvelles sur les disques rotatifs. *Comptes rendues de l'Academie des Sciences* 1896, S. 604.

Hess. Experimentelle Untersuchungen über die Nachbilder bewegter, leuchtender Punkte. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **44**, Abt. 3. 1897.

Katz, R. *Westnik Ophthalmologii* 1897 (Mai—Juni), S. 246.

Kleiner, A. Physiologisch-optische Beobachtungen. *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* **18**, S. 542. 1878.

— Zur Theorie der intermittierenden Netzhautreizung. *Züricher Vierteljahrsschrift* **19**. 1874.

Kries. Über die Wirkung kurzdauernder Lichtreize auf das Sehorgan. *Abhandlungen zur Physiologie der Gesichtsempfindungen.* Hamburg und Leipzig 1897. Sonderabdruck aus: *Zeitschrift f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane.*

— *Zentralblatt für Physiologie* **8**, S. 695.

— Über die Wahrnehmung des Flimmerns durch normale und durch total farbenblinde Personen. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* **32**, S. 113.

Krienes. Über Hemeralopie. 1896.

Kuschbert. *Deutsche medizinische Wochenschr.* 1884 (21 u. 22).

Marbe, Karl. Zur Lehre von den Gesichtsempfindungen, welche aus sukzessiven Reizen resultieren. *Wundts Philosophische Studien* **9** (3), S. 384. 1893.

— Theorie des Talbotschen Gesetzes. *Wundts Philosophische Studien* **12**, S. 279.

— Neue Versuche über intermittierende Gesichtsreize. *Wundts Philosophische Studien* **13**, S. 106.

— *Philosophische Studien* **14**, S. 393.

Markow. Über intermittierende Reizung der Netzhaut. [Russisch.] *Westnik Ophthalmologii* **18**, S. 24.

Mauthner. Vorträge aus dem Gesamtgebiete der Augenheilkunde. Wiesbaden 1881. Bd. I.

Nichols. *American Journ. of Science* **28**, S. 243.

Parinaud. L'héméralopie et les fonctions du pourpre visuel. *Compt. rend.* **93**. 1881.

Philipsen. Undersegölse of öjets. klarhendssaus og denne undersögdses kliniske betydning og omraade. *Hosp. tid.* (33—34). *Archiv f. Augenheilkunde* 1882.

Plateau. *Poggendorfs Annalen* **20**, S. 304. Über einige Eigenschaften der vom Lichte auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke.

Polimanti. Über die sogenannte Flimmerphotometrie. *Zeitschrift f. Psychologie u. Physiologie d. Sinnesorgane* **19**, S. 263.

Rivers, W. H. R. The Photometry of Coloured Paper. *Journ. of Physiology* **22**, S. 137—145.

Rood. *Americ. Journ. of Science* **46**, S 173.

Rupp. Über die Dauer der Nachempfindung an den seitlichen Teilen der Netzhaut. Inaug.-Dissertation. Königsberg 1869.

Russanow. *Wratsch* 1885 (16).

Samelsohn. *Annales d'oculistique* **92**. Die Bedeutung der Lichtsinn-Untersuchung in der praktischen Ophthalmologie. *Congrès international sciences medicales* S. 83.

Samojloff. Einige Beobachtungen über intermittierende Netzhautreizung. *Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie* **85**, S. 90.

Schaternikoff. *Zeitschrift f. Psychologie und Physiologie d. Sinnesorgane* **29**, S. 241.

Schirmer, O. Über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für den Lichtsinn. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **36**, Abt. 4, S. 132.

— *Deutsche medizinische Wochenschrift* 1891 (3).

Schadow. Die Empfindlichkeit der peripheren Netzhautteile im Verhältnis zu deren Raum und Farbensinn. *Pflügers Archiv f. d. gesamte Physiologie* S. 439.

Sherrington. *Journal of Physiology* **21**, S. 165.

Schenck. Über intermittierende Netzhautreizung. I. Mitteilung: Über den Einfluſs von Augenbewegungen auf die Beobachtung rotierender Scheiben zur intermittierenden Netzhautreizung. *Archiv für Physiologie* **64**, S. 165.

— Über intermittierende Netzhautreizung. II. Mitteilung: Über die Bestimmung der Helligkeit grauer und farbiger Pigmentpapiere mittels intermittierender Netzhautreizung. *Archiv für die gesamte Physiologie* **54**, S. 607.

— Über intermittierende Netzhautreizung. III.—VII. Mitteilung. *Pflügers Archiv* **68**, S. 32—54. 1897.

— Über intermittierende Netzhautreizung. VIII. Mitteilung. *Pflügers Archiv* **77**, S. 44.

— Über intermittierende Netzhautreizung. IX. Mitteilung. *Pflügers Archiv* **82**, S. 192.

Schtschepotjew. Beitrag zur Lehre der epidemischen Hemeralopie. *Wojenno Medicinski Journal* 1896 (Januar u. Februar).

Talbot. *Philos. Magaz.* 1834 (Nov.).

Treitel. Über den Lichtsinn der Netzhautperipherie. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **35**, Abt. 1, S. 50.

— Weitere Beiträge zur Lehre von den Funktionsstörungen des Gesichtssinnes. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **37**, Abt. 1, S. 178—180.

— Über das Wesen der Lichtsinnstörung. *Graefes Archiv f. Ophthalmologie* **30**, Abt. 1, S. 35.

Treitel. Über Hemeralopie und Untersuchung des Lichtsinnes. *Graefes Archiv für Ophthalmologie* **31**, Abt. 1, S. 139—176.

Trutowski. Beitrag zur Lehre der physiologischen Wirkung häufiger elektrischer Entladungen auf Herz, Nerven und Muskeln. Charkow 1897.

Uhthoff. Ein Beitrag zur Hemeralopie und zur Xerosis conjunctiv. epithel. *Berliner klin. Wochenschr.* 1890 (28).

Wolffberg, Louis. Über die Prüfung des Lichtsinns. *Graefes Archiv für Ophthalmologie* **31**, Abt. 1, S. 3.

Walter, O. Ein Beitrag zur Lehre von der epidemischen Nachtblindheit. *Archiv f. Augenheilkunde* **28** (1 u. 2).

(Eingegangen am 27. Juli 1903.)

Zur Theorie japanischer Musik.

Von

Max Meyer.

(Mit 1 Figur und 3 Musikbeispielen.)

In einer anderen Abhandlung habe ich einige Experimente beschrieben, betreffend die Abhängigkeit der ästhetischen Wirkung ungewohnter Ton- und Akkordfolgen von der Erwartung anderer Ton- und Akkordfolgen.[1] Es ging aus den Versuchen hervor, daſs, je mehr ein Individuum bestimmte Ton- und Akkordfolgen erwartet, auf sie vorbereitet ist, es um so unangenehmer berührt ist, wenn die tatsächlich gehörten Eindrücke andersartig sind; daſs jedoch diese Unlust verschwindet, sobald Gewöhnung an die neuen Eindrücke stattfindet; und daſs dann, wenn die neuen Eindrücke gemäſs den psychologischen Gesetzen der Musik aufgebaut sind, ein entschieden lustvoller Eindruck resultiert.

Die Neuheit der damals zum Experiment benutzten musikalischen Eindrücke bestand einfach darin, daſs beim Aufbau der Musik die psychologischen Gesetze zwar befolgt wurden, daſs aber darauf keine Rücksicht genommen wurde, ob Intervalle heraus kamen, die beträchtlich kleiner als ein temperierter Halbton sind. Der gewöhnliche Komponist muſs solche Intervalle von seiner Musik ausschlieſsen, weil die europäischen Musikinstrumente im allgemeinen die Produktion solcher Töne nicht gestatten, und weil unsere Musik infolge ihrer historischen Entwicklung nun einmal solche Töne ausschlieſst. Dagegen finden wir, daſs orientalische Musik solche kleinen Intervalle nicht selten benutzt. Es liegt dann nahe zu fragen, ob es nicht möglich ist, mit hinreichend genauer Übereinstimmung der theoretischen Be-

[1] *American Journal of Psychology* **14** (3, 4); *Hall-Festschrift* 1903.

schreibung und der beobachteten Intonation, bestimmte Musikstücke, in denen solche kleinen Intervalle vorkommen, vollkommen theoretisch zu beschreiben. Ich glaube, dafs mir dies mit einigen japanischen Musikstücken gelungen ist, und ich teile im folgenden das Ergebnis meiner Arbeit mit. Es ist nicht meine Absicht, hieraus Schlufsfolgerungen allgemeiner Natur zu ziehen, hinausreichend über die Musikstücke, die ich hier besprechen will. Wenn der Leser solche Schlufsfolgerungen ziehen will, so bleibt es ihm unbenommen.

Die gröfste Schwierigkeit in Untersuchungen dieser Art bestand bis vor kurzem darin, dafs wir keine Aufzeichnungen orientalischer Musik besafsen, die wirklich zuverlässig waren. Die Unzuverlässigkeit der früheren Aufzeichnungen ist schon aus der Tatsache zu entnehmen, dafs die Beobachter dieser fremdartigen Musik zwar erwähnen, dafs Intervalle von ganz ungewohnter Distanz häufig gebraucht wurden, ohne es jedoch für nötig zu halten, in ihren Aufzeichnungen der Musik genau anzugeben, wo derartige Töne in der Melodie vorkamen. Glücklicherweise besitzen wir jetzt einige Aufzeichnungen orientalischer, speziell japanischer, Musik, in denen gerade diese Abweichungen von dem, was uns geläufig ist, angegeben sind: ich meine die Arbeit von ABRAHAM und HORNBOSTEL.[1] Zum theoretischen Verständnis dieser Musik haben A. und H. direkt freilich kaum etwas beigetragen, da ihre Erörterungen in keiner Weise aus den ausgefahrenen Geleisen der überlieferten Musiktheorie hinausgehen. Aber durch ihre sorgfältige Notierung der japanischen Musikstücke unter Benutzung eines Phonographen haben sie auch der Theorie einen unschätzbaren Dienst erwiesen.

Ich gebe im folgenden die von mir analysierten Musikstücke in doppelter Weise wieder: Erstens in der Notierung in gewöhnlicher Notenschrift von A. und H., und zweitens in der theoretisch allein brauchbaren Notierung, die ich bereits früher an anderen Stellen veröffentlicht habe.[2] Ich setze voraus, dafs der Leser mit meinen früheren Arbeiten zur Musiktheorie ver-

---

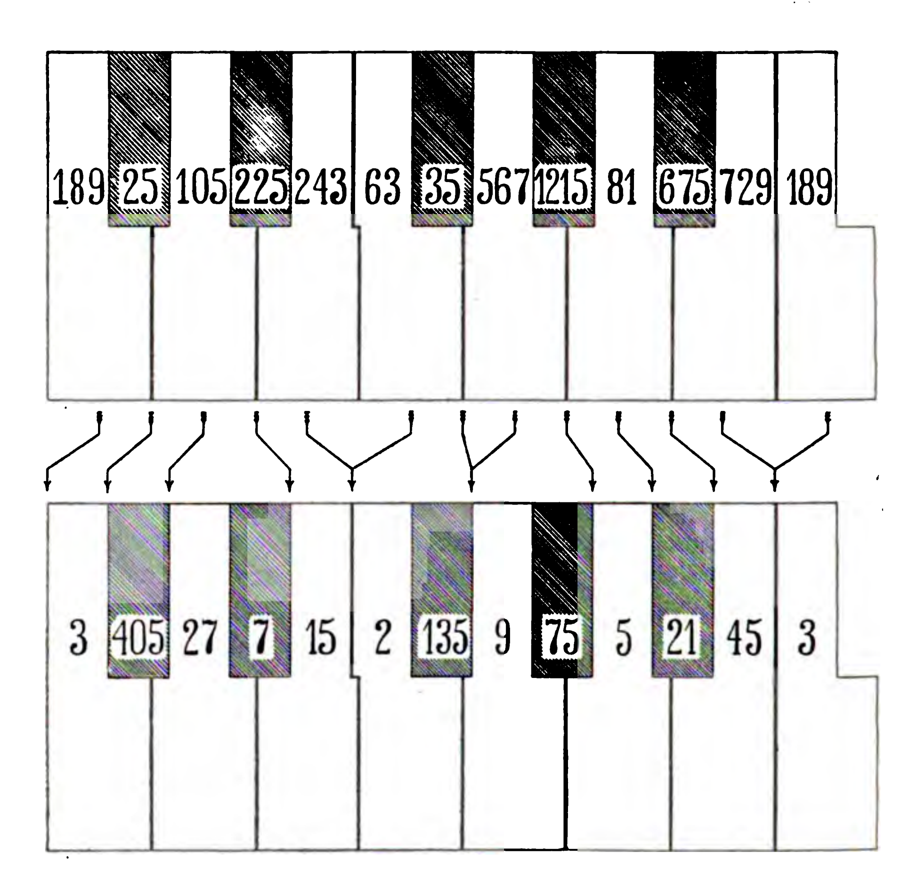
[1] Studien über das Tonsystem und die Musik der Japaner. *Sammelbände der Internat. Musik-Ges.* 4 (2). 1903. 58 S.

[2] Psychological Theory of Music. *Univ. of Missouri Studies* 1 (1). 1901. Some Points of Difference conc. the Th. o. Mus. *Psychol. Review* 10 (5). 1903.

traut ist, da er sonst die folgenden Ausführungen nur mit Mühe verstehen dürfte.

Ob meine theoretische Analyse als eine wissenschaftlich brauchbare Beschreibung der in Frage stehenden Musikstücke betrachtet werden kann, kann natürlich nur von dem beurteilt werden, der diese Musik in der von mir angegebenen Intonation auf einem entsprechend gebauten Instrument spielt und hört. Spielen dieser Musik auf einem gewöhnlichen Klavier kann zu keinem anderen Ergebnis führen als zu einer Verstärkung von Vorurteilen, die bei den meisten Musikern ohnehin schon stark genug sind. Ich will die Einrichtung meines Harmoniums beschreiben, wie ich dessen Bau nach mehrjähriger Erfahrung in dieser Hinsicht am praktischsten gefunden habe. Andere, die sich für diese Untersuchungen interessieren, werden sich ein ähnliches Instrument bauen müssen und vielleicht von meinen Erfahrungen profitieren. Die Abbildung der Klaviatur wird dem Leser ein leicht im Gedächtnis zu behaltendes Bild geben von der annähernden Tonhöhenbedeutung der theoretischen Zahlensymbole. Ich habe weiter unten die Zahlensymbole nicht nur für die von A. und H. mitgeteilten Melodien gegeben, sondern auch für eine von mir selber hinzugefügte Harmonisierung, die ich auf meinem Instrument spielen kann. Es hat mich mit einer gewissen Genugtuung erfüllt, in der Abhandlung von A. und H. von ihren „vielen Mifserfolgen in den Harmonisierungsversuchen“ zu lesen. Mir hat die Harmonisierung eines Musikstückes, sobald die melodische Intonation theoretisch festgelegt ist, niemals die geringste Schwierigkeit gemacht. Freilich, wenn man wie A. u. H. die Harmonisierungsregeln europäischer Musik auf japanische Musik anwenden will, so kann man des Mifserfolgs sicher sein. Eine aus spezieller Musik abgeleitete Theorie kann man eben nicht einfach verallgemeinern und auf andersartige Musik anwenden. Wenn man aber, wie ich, eine universelle, auf psychologisches Experiment gestützte Theorie zugrunde legt, so ist die Anwendung auf japanische Musik nicht schwerer wie die Anwendung auf europäische Musik. Vielleicht dient dies dazu, gewisse Theoretiker, die meine Theorie ohne nähere Prüfung sogleich für Unsinn erklärten und überhaupt nicht der Diskussion für wert hielten, von der Übereiltheit dieses Verfahrens zu überzeugen.

Die Figur zeigt die Abstimmung der beiden Manuale meines Harmoniums. Natürlich erlaubt dieses Harmonium nicht irgend beliebige Musik in irgend einer beliebigen Tonhöhe zu spielen. Aber ich wüſste auch nicht, wozu das nötig wäre. Das Instrument soll überhaupt nur wissenschaftlichen Zwecken dienen. Konzerte damit zu veranstalten habe ich nicht im Sinn. Zu



wissenschaftlichen Zwecken von der Art, um die es sich hier handelt, ist es ausreichend, wenn man das zu untersuchende Stück in einer einzigen absoluten Höhe spielen kann. Doch ist das Instrument in vielen Fällen gar nicht auf eine einzige Tonhöhe beschränkt, ganz abgesehen davon, daſs Oktaventransposition natürlich immer möglich ist. Man kann z. B. alle Tonsymbole eines Stückes mit 3 oder 5 oder einer anderen Zahl multiplizieren; und wenn das Stück nicht zu kompliziert ist, so

findet man häufig auch die so resultierenden Tonsymbole sämtlich auf der Klaviatur vertreten.

Ich habe die Töne so auf die beiden Manuale verteilt, dafs die kleineren Zahlen, die auch im allgemeinen die häufiger gebrauchten Intervalle darstellen, auf dem unteren Manual zu finden sind. Die zwischen den Manualen in der Figur sichtbaren Pfeile deuten an, zwischen welche Töne des unteren Manuals die Töne des oberen Manuals ihrer Höhe nach hineingehören. Auf jedem einzelnen Manual sind die Töne der Höhe nach angeordnet.[1] Um jedoch noch eine klarere Vorstellung zu geben von der Art, wie die Töne ihrer Höhe nach sich über das Gebiet einer Oktave verteilen, füge ich die folgende Tabelle hinzu. Man kann aus ihr ablesen, wie weit zwei direkt aufeinanderfolgende Töne entfernt sind, wenn die Entfernung eines Halbtons der temperierten zwölfstufigen Leiter als Einheitsentfernung betrachtet wird. Die Entfernung irgend zweier beliebiger Töne kann dann durch Addition gefunden werden. Zur Erleichterung dieser Berechnung habe ich jedoch noch eine zweite Zahlenreihe angegeben, aus der man die Entfernung zweier beliebiger Töne sofort vermittels Subtraktion bestimmen kann.

Die folgende Tabelle ist in theoretischer Hinsicht unvollständig, wie man durch Vergleich mit meinen Ausführungen über die theoretisch vollständige musikalische Leiter[2] sofort erkennt. Da jedoch zwei Manuale nur 24 Tasten in der Oktave haben, und da ich der gröfseren Kosten und auch der Schwierigkeit des Spielens wegen nicht drei Manuale benutzen wollte, so wählte ich die obigen Töne als die am meisten benötigten aus. Die dritte Säule der Tabelle ist aus der zweiten durch Multiplikation mit einer Potenz von 2 abgeleitet. Man kann die Zahlen der dritten Säule als die absoluten Schwingungszahlen der Tonreihe ansehen. Auf meinem Instrument sind jedoch die absoluten

[1] Gelegentlich möchte ich bemerken, dafs das hier beschriebene Instrument auch zu anderen Zwecken ausgezeichnete Dienste leistet, z. B. zum Studium der Gesetze der Differenztöne und verwandter Erscheinungen. Ich lasse in meinem psychologischen Laboratoriumskurse meine Studenten an diesem Instrument arbeiten, und ich habe es für diesen Zweck bei weitem brauchbarer gefunden als irgend ein anderes Instrument für ähnliche Zwecke, dessen Konstruktion mir bekannt ist.

[2] *Univ. of Missouri Studies* 1 (1), S. 13 ff.

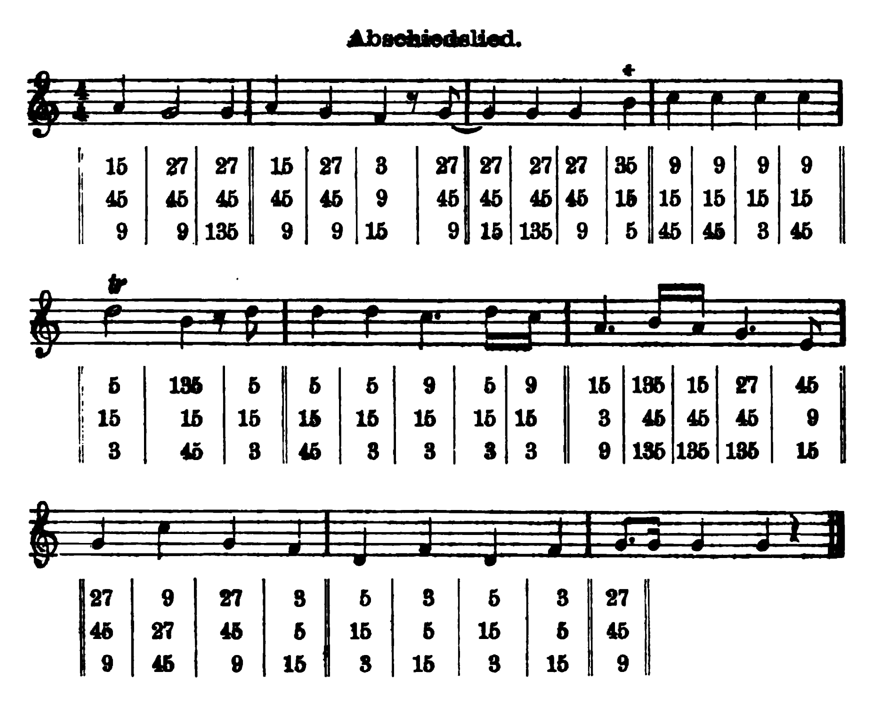
Schwingungszahlen andere als diese; *a* gleich 5 ist in Wirklichkeit identisch mit dem Normal-*A* der temperierten Leiter.

Distanz benachbarter Töne (1 = temp. Halbton.)	Tonsymbol	Schwingungszahl (in ganzen Zahlen.)	Distanz oberhalb 189. (1 = temp. Halbton.)
	3	1536	12,27
0,27	189	1512	12,00
0,63	729	1458	11,37
0,22	45	1440	11,15
1,12	675	1350	10,03
0,07	21	1344	9,96
0,63	81	1296	9,33
0,22	5	1280	9,11
0,90	1215	1215	8,21
0,22	75	1200	7,99
0,70	9	1152	7,29
0,27	567	1134	7,02
0,22	35	1120	6,80
0,63	135	1080	6,17
0,92	2	1024	5,25
0,27	63	1008	4,98
0,63	243	972	4,35
0,22	15	960	4,13
1,12	225	900	3,01
0,07	7	896	2,94
0,63	27	864	2,31
0,49	105	840	1,82
0,63	405	810	1,19
0,22	25	800	0,97
0,70	3	768	0,27
0,27	189	756	0,00

Ich will nun zur Analyse der Musikstücke übergehen. Ich habe zunächst das Abschiedslied auf meinem Instrument in Übereinstimmung mit der von A. und H. angegebenen Intonation zu spielen gesucht und gebe unter der musikalischen Notierung die Zahlensymbole, die mir die theoretisch richtigen zu sein scheinen. Die obere Zahlenreihe stellt die Melodie dar, die beiden anderen Reihen die von mir hinzugefügte Harmonisierung. Ich will hier ein für allemal erwähnen, daſs ich die

Akkorde immer so spiele, daſs das oberste Zahlensymbol den höchsten Ton, das unterste den tiefsten Ton darstellt, und daſs die Distanz zwischen zwei der Höhe nach benachbarten Tönen eines Akkordes stets die kleinste mögliche Distanz ist, d. h. stets weniger als eine Oktave.

Abschiedslied.



Ich will zuerst die Melodie, später die Harmonien diskutieren. Das oberste Zahlsymbol eines jeden Akkordes stellt den Melodieton dar. Das Intervall *g—a* im ersten Takt ist dargestellt durch das Verwandtschaftssymbol 27—15. Dies bedeutet eine Distanz von 1,82 Einheiten, d. h. temperierten Halbtönen. Daſs dies genau genug mit der Notierung von A. und H. übereinstimmt, wird wohl niemand bestreiten. Das Intervall *g—f* ist bestimmt durch 27—3. Dies bedeutet eine Distanz von 2,04 Einheiten. Auch hieran wird wohl niemand Anstoſs nehmen. Das Intervall *g—h* mit erhöhtem *h* ist bestimmt durch 27—35. Dies bedeutet eine Distanz von 4,49 Einheiten; d. h. es ist ein Intervall, das auf einem Klavier auch nicht angenähert vorkommt, weil wir dort keine Vierteltöne haben. Der Leser wird wohl zugeben, daſs diese Intonation des erhöhten *h* mit dem übereinstimmen dürfte,

was A. und H. gehört haben. Das Intervall *h—c* mit erhöhtem *h* ist bestimmt durch 35—9. Dies bedeutet eine Distanz von 0,49 Einheiten. Der Leser kann diese Berechnung leicht selber fortsetzen, wenn er noch nicht erkennen sollte, daſs die Notierung von A. und H. und meine eigene Notierung in genauer relativer Tonhöhe ausgezeichnet mit einander übereinstimmen. Damit haben wir also den Weg zu einem vollkommenen theoretischen Verständnis der Melodie offen vor uns liegen. Ich verweise hier auf meine Erörterungen über die Gesetze der Melodie in meinen oben erwähnten Schriften.

Nun will ich die von mir hinzugefügten Harmonien diskutieren, die mir nicht die geringste Schwierigkeit bereitet und nicht mehr als ein paar Minuten Zeitaufwand gekostet haben. Die Akkordfolgen sind, wenn ich sie auf meinem Instrument spiele, durchaus befriedigend; d. h. so befriedigend, als sie einem an andere Folgen gewöhnten und andere Folgen erwartenden Individuum sein können. Zum mindesten zweifle ich nicht, daſs ohne die Hilfe meiner Theorie so leicht niemand bessere Akkorde mit geringerer Mühe zu der oben bestimmten Melodie hinzufügen könnte. Ich habe mich durchaus auf Dreiklänge beschränkt, im strengen Sinne des Worts; d. h. ich habe stets nur zwei Töne zu jedem Melodietone hinzugefügt. Hierbei habe ich die folgenden Regeln angewandt, in Überstimmung mit meinen früheren Ausführungen in anderen Schriften: Innerhalb jedes einzelnen Akkordes habe ich sowohl nach Mannigfaltigkeit wie nach Nahheit der melodischen Verwandtschaften der Akkordtöne gestrebt, und auſserdem habe ich, wo mehrere Akkorde sich darboten, solche von höherem Konsonanzgrade solchen von niederen Konsonanzgraden vorgezogen. Ferner habe ich mich bemüht, die Akkorde so zu wählen, daſs direkt aufeinanderfolgende Akkorde die gröſstmögliche Zahl von melodischen Verwandtschaften aufweisen. Dies sind die wichtigsten psychologischen Gesetze ästhetisch wirksamer Harmonisierung. Ihre Anwendung auf eine gegebene Melodie erfordert nichts als ein wenig arithmetische Geistestätigkeit.

Die melodischen Verwandtschaften habe ich in Übereinstimmung mit meinen früheren Untersuchungen betreffend Nähe der psychologischen Verwandtschaft in drei Gruppen klassifiziert: (1) 2—2, 2—3, 2—5, 3—5. (2) 2—7, 3—7, 2—9. (3) 5—7, 5—9, 2—15. Das bedeutet aber nicht, daſs innerhalb jeder Gruppe

keine Unterschiede der Nähe der Verwandtschaft bestehen. Z. B. merkt man selbst bei oberflächlichster Beobachtung, daſs 2—2 eine nähere Verwandtschaft ist als 2—3, und 2—3 eine nähere als 2—5 oder 3—5.

Die Dreiklänge, unter denen ich ausgewählt habe, sind sämtlich so gebaut, daſs jeder der drei Töne mit jedem der beiden andern verwandt ist. Wenn wir diese Regel befolgen, so sind wir eines gewissen ästhetischen Effekts sicher. Der Leser, der mit meinen früheren Untersuchungen vertraut ist und arithmetisch zu denken vermag, sieht sogleich, daſs wir dann nur unter den Zahlsymbolen 2, 3, 5, 7, 9, 15, 21, 35, 45 auszuwählen haben. 25 z. B. brauchen wir nicht zu beachten, weil es mit den kleineren Zahlsymbolen, mit denen es verwandt ist, nämlich 5 und 15, einen gemeinsamen Teiler hat, nämlich 5. Aus demselben Grunde fällt 27 fort; es ist verwandt mit 3, 9 und 15, aber unter diesen drei Symbolen sind keine zwei, die nicht mit 27 einen gemeinsamen Teiler hätten. Wir könnten daher durch Hinzufügung von 25 und 27 keinen neuen Dreiklang erhalten. 63 ist z. B. verwandt mit 35 und 45, ohne daſs 35, 45 und 63 einen gemeinsamen Teiler hätten; aber in diesem Falle sind 35 und 45 nicht verwandt und genügen daher nicht der gestellten Bedingung. Wir brauchen nun nur zu untersuchen, in welcher Weise wir diese Töne 2, 3, 5, 7, 9, 15, 21, 35, 45 in Übereinstimmung mit der am Anfange dieses Absatzes genannten Bedingung zu Dreiklängen kombinieren können.

Tabelle aller möglichen Dreiklänge allverwandter Töne.

2—3—5	IIIa	3—5—7	Ia	5—7—35	Ib
2—3—7	Ia	3—5—9	IIa	5—9—15	IIb
2—3—9	IIa	3—5—15	IIIb	5—9—45	Ib
2—3—15	IIb	3—5—45	Ib		
2—5—7	Ia	3—7—21	Ib		
2—5—9	Ia				
2—5—15	IIb				
2—9—15	Ib				

Die vorstehende Tabelle enthält alle möglichen Dreiklänge, in denen jeder Ton mit den beiden anderen melodisch verwandt ist. Die römischen Zahlen, die den Dreiklängen hinzu-

gefügt sind, zeigen an, wie viele Verwandtschaften der ersten Klasse im Dreiklang enthalten sind. Z. B. im ersten Dreiklang, 2—3—5, sind alle drei Verwandtschaften von der ersten Klasse. Im zweiten Dreiklang, 2—3—7, ist nur eine einzige Verwandtschaft, 2—3, zur ersten Klasse gehörig; die anderen beiden Verwandtschaften, 2—7 und 3—7, gehören zur zweiten Klasse. Im dritten Dreiklang bedeutet die römische Zahl, daſs zwei Verwandtschaften zur ersten Klasse gehören, nämlich 2—3 und 3—9 gleich 2—3 u. s. w. Ich habe dann noch jeden Dreiklang mit a oder b bezeichnet um auszudrücken, daſs er innerhalb seiner Gruppe meinen Beobachtungen nach einen verhältnismäſsig hohen (a) oder einen verhältnismäſsig niedrigen (b) Konsonanzgrad besitzt. Ich will hier nicht die Frage zu entscheiden versuchen, warum innerhalb jeder Gruppe (III, II und I) die mit a bezeichneten Dreiklänge konsonanter sind als die mit b bezeichneten. Möglicherweise ist das Phänomen der Konsonanz, obwohl es als psychologische Erfahrungstatsache von dem Phänomen der Verwandtschaft verschieden ist, durch Vermittlung physiologischer Funktionen auf die Verwandtschaftsverhältnisse der subjektiven Differenztöne und der Primärtöne zurückführbar. Es ist jedenfalls bemerkenswert, daſs in den a-Fällen die melodischen Verwandtschaften der Differenz- und Primärtöne sehr viel enger sind als in den b-Fällen. Die Wissenschaft strebt nach Zurückführung aller Gesetzmäſsigkeiten auf wenige universelle Gesetze, und es wäre daher ein Fortschritt, wenn wir die Konsonanz nicht als ein gänzlich abgesondertes Phänomen zu betrachten brauchten, sondern sie als durch Verwandtschaftsverhältnisse bedingt betrachten könnten. Doch ich will dies Problem gegenwärtig auf sich beruhen lassen. Die einfache Tatsache der verschiedenen Konsonanz in den a- und b-Fällen ist alles, was wir für unseren Zweck zu wissen haben. Übrigens ist es mit Bezug auf den Konsonanzgrad nicht vollständig gleichgültig, welches der drei Symbole den höchsten, und welches den tiefsten Ton des Dreiklangs bedeutet. Doch will ich diesem Unterschied gegenwärtig keine besondere Beachtung schenken.

Wenn ich unter den Dreiklängen der Tabelle nicht nur einen, sondern zwei finde, die zu dem in Frage stehenden Ton der Melodie passen und die mit Rücksicht auf die Verwandtschaftsverhältnisse mit den direkt vorhergehenden (und folgenden) Drei-

klängen gleich gut sind, so wähle ich, auf grund meiner Erfahrung der ästhetischen Wirkung, gewöhnlich in der Weise zwischen den beiden, daſs ich einen Dreiklang der Bezeichnung IIIa (es gibt bloſs einen einzigen!) einem Dreiklang jeder anderen Bezeichnung vorziehe; und so, daſs ich einen Dreiklang der Bezeichnung IIIb oder IIa oder Ia lieber wähle als einen solchen der Bezeichnung IIb oder Ib. Doch zwingt mich natürlich nichts so zu wählen; manchmal höre ich in der Tat der Abwechslung wegen lieber einen der weniger konsonanten Dreiklänge. Ich will die obige gewöhnlich befolgte Regel formelmäſsig auszudrücken versuchen. Das Zeichen > bedeutet „im allgemeinen vorzuziehen".[1]

IIIa > IIIb oder IIa oder Ia > IIb oder Ib.

Ich hätte natürlich die obige Untersuchung statt auf Dreiklänge ebenso gut auf Zwei- oder Vierklänge anwenden können. Dreiklänge sind jedoch am wichtigsten, weil sie eine beträchtliche Mannigfaltigkeit der Verwandtschaften erlauben, ohne daſs man zu viele der entfernteren Verwandtschaften zu benutzen hätte oder einen zu geringen Konsonanzgrad in Kauf nehmen müſste. Dieser Konsequenz wegen sind Vierklänge in der Musik im allgemeinen nichts als Dreiklänge, in denen eins der Symbole durch zwei verschiedene Tonhöhen, im Oktavenabstand, ausgedrückt ist.

Wenn man diese wenigen Regeln sich einprägt, so ist die Harmonisierung irgend einer in meinen Zahlsymbolen gegebenen Melodie, mag sie europäischen oder exotischen Ursprungs sein, eine ebenso einfache Sache wie die Lösung eines Rechenexempels, wenn man sich das Einmaleins eingeprägt hat. Diese Einprägung freilich kostet etwas Zeit und Mühe; aber bei weitem nicht so viel von beiden, als die Erlernung der ebenso komplizierten wie praktisch unzureichenden Regeln der Musiktheoretiker. Von „Miſserfolgen in den Harmonisierungsversuchen" kann da nicht mehr die Rede sein.

Ich will nun an ein paar Beispielen in unserer Melodie des Abschiedsliedes die Anwendung der Regeln zeigen. Ich habe mir hier selber die Bedingung gestellt, zur Harmonisierung keine

---

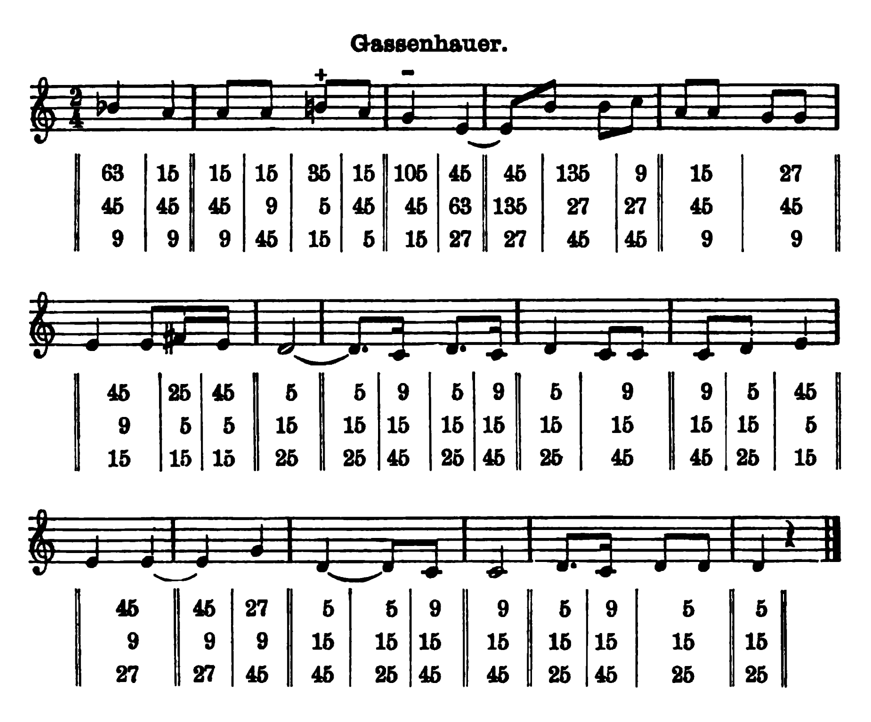
[1] Ich möchte den Leser ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daſs in den vorangehenden Ausführungen von Dissonanz überhaupt nicht die Rede gewesen ist und auch im folgenden nicht die Rede sein wird.

anderen Töne zu benutzen als diejenigen, die in der Melodie selbst vorkommen. Man würde mir sonst mit Recht vorwerfen können, durch die Harmonisierung den besonderen Charakter der Melodie verändert zu haben. Die Harmonisierung habe ich nun in folgender Weise ausgeführt. Als ersten Dreiklang habe ich 3—5—15 gewählt und 5 gleich dem Melodieton 15 gesetzt. Dann sind die anderen beiden Töne des Dreiklangs 9 und 45. Welchen der beiden Töne, 9 oder 45, ich als tieferen nehme, d. h. in welcher „Lage“ ich den Dreiklang anwende, ist hier, im ersten Akkord, ziemlich willkürlich; ich habe 9 zum tiefsten Ton des Dreiklangs gemacht. In den weiteren Akkorden ist die Lage nicht so willkürlich, da die psychologische Wirkung durch die Umgebung mitbedingt wird. Die Musiker haben für die Anwendung der verschiedenen Lagen gewisse Regeln. Ich habe mir jedoch in dieser vorliegenden Abhandlung keine besondere Mühe gegeben, jedem Akkorde in seiner speziellen Umgebung die best-mögliche Lage zu geben; hauptsächlich weil wir eine psychologische Theorie der betreffenden Regeln der Musiker noch nicht besitzen.

Als zweiten Dreiklang habe ich 2—3—5 gewählt. Natürlich habe ich hier nicht etwa 5 gleich .dem Melodieton 27 gesetzt, denn das ist arithmetisch unmöglich. Ich setze 3 gleich 27. Dann ist der Dreiklang 2—3—5 gleich 9—27—45, und ich habe zu dem Melodieton 27 die Töne 9 und 45 hinzuzufügen. Zu dem Melodieton 3 füge ich 9 und 15 hinzu. Dann ist der Dreiklang 3—9—15 gleich 2—3—5. Zu 27 füge ich wieder 9 und 45 als Akkordtöne hinzu. 35 harmonisiere ich vermittels des Dreiklangs 2—3—7 gleich 5—15—35. Ich könnte hier z. B. den Dreiklang 2—5—7 nicht anwenden, da dieser den Ton 25 erfordern würde, der in der Melodie nicht vorkommt. Den Ton 9 habe ich zunächst mit 3—5—15 gleich 9—15—45 harmonisiert, wegen der relativ engen Verwandtschaft dieser Töne mit den Tönen der direkt vorhergehenden beiden Dreiklänge. Der Abwechslung wegen habe ich aber die dritte 9 mit 2—3—5 gleich 3—9—15 harmonisiert, d. h. 3 und 15 hinzugefügt. Zur folgenden 5 habe ich als Akkordtöne 3 und 15 hinzugefügt. 135 habe ich mit 2—3—9 gleich 15—45—135 harmonisiert, da andere Töne mit den Tönen der direkt vorhergehenden und folgenden Akkorde nicht so nahe verwandt sein würden. Dieser Prozefs mag dem damit nicht vertrauten Leser sehr kompliziert vorkommen, gerade

wie die Lösung eines zweistelligen Multiplikationsbeispiels einem Kinde unendlich kompliziert vorkommt, das weder mit dem Einmaleins noch mit seiner Anwendung auf ein solches Problem genügend vertraut ist. In Wirklichkeit erfordert die ganze Sache, wenn man einmal mit den Grundgesetzen vertraut ist, fast gar keine geistige Anstrengung; und Mißerfolg ist der Natur der Sache nach ausgeschlossen. Man vergleiche dies mit den „vielen Mißerfolgen in den Harmonisierungsversuchen“ von A. und H.

Gassenhauer.



In der zweiten, von A. und H. als Gassenhauer bezeichneten Melodie habe ich die beiden ersten Töne, *b* und *a*, durch 63 und 15 ausgedrückt. Die Distanz der beiden Töne ist 0,85 Einheiten, wie aus der die Leiter darstellenden Tabelle zu ersehen ist. Das Intervall *a—h*, mit erhöhtem *h*, habe ich als 15—35 angenommen, d. h. 2,67 Einheiten. Das Intervall *a—g*, mit vermindertem *g*, habe ich durch 15—105 ausgedrückt, d. h. 2,31 Einheiten. Das Intervall *g—e*, mit vermindertem *g*, ist 105—45, d. h. 2,67 Einheiten. Das Intervall *e—h* ist 45—135, d. h. 7,02 Einheiten. *h—c* ist 135—9, d. h. 1,12 Einheiten. *c—a* ist 9—15 gleich

3,16 Einheiten. *a—g* ist 15—27 gleich 1,82 Einheiten. *g—e* ist 27—45 gleich 3,16 Einheiten. *e—fis* ist 45—25 gleich 1,82 Einheiten. U. s. w. Der Leser dürfte zugeben, dafs die Tondistanzen hinreichend genau mit dem übereinstimmen, was A. und H. gehört haben. Natürlich ist die von mir angegebene Intonation nicht die einzige absolut mögliche. Ich habe anderwärts gezeigt, dafs auch die diatonische Leiter unserer gewöhnlichen Musik, wenn man darunter die temperierte Leiter der weifsen Tasten unseres Klaviers versteht, mehr als eine einzige Art der theoretischen Interpretation erlaubt. Die von mir angegebenen Symbole zeigen die Intonation an, die mir am ästhetisch wirksamsten erscheint.

Die melodische Struktur ist ziemlich verschieden von der gewöhnlicher europäischer Melodien. Das verhältnismäfsig häufige Vorkommen der 7 fällt sogleich auf. In europäischer Musik finden wir 7 viel seltener, und dann gewöhnlich als 21 in solcher Musik, die ich anderwärts als „tonisch" charakterisiert habe. Die obige Musik enthält jedoch keine 2 und ist daher als atonisch zu bezeichnen; sie enthält aber die Zahl 7 als Faktor in nicht weniger als drei Symbolen, 63, 35 und 105. In europäischen Melodien können wir ferner, auch wenn sie atonisch sind, leicht einen Ton als den psychologisch wichtigsten konstatieren. Wie man in verschiedenen Fällen die besondere psychologische Wirksamkeit dieses Tones zu erklären hat, habe ich anderwärts gezeigt.[1] In der obigen Melodie gewinnt man beim Hören kaum den Eindruck, dafs einer der Töne besonders eindrucksvoll ist; und auch ein theoretisches Studium der Verwandtschaftsverhältnisse führt nicht zu dem Ergebnis, dafs irgend ein Ton in dieser Hinsicht besonders bevorzügt sei. Man sieht ferner, dafs in dieser japanischen Melodie direkt aufeinanderfolgende, oder doch zeitlich eng benachbarte Töne verhältnismäfsig oft nicht direkt verwandt sind, oder doch nur entferntere Verwandtschaftsgrade aufweisen. Als Beispiel erwähne ich den Anfang der Melodie, 63, 15, 35, wo 63 und 15 nicht verwandt sind und 63 zu 35 nur eine Verwandtschaft der dritten Klasse (9—5) und 15 zu 35 nur eine Verwandtschaft der zweiten Klasse (3—7) hat; oder etwas später 25, 45, 5, 9. Doch ist dies kein durchgreifender Unterschied zwischen japanischer und europäischer Musik.
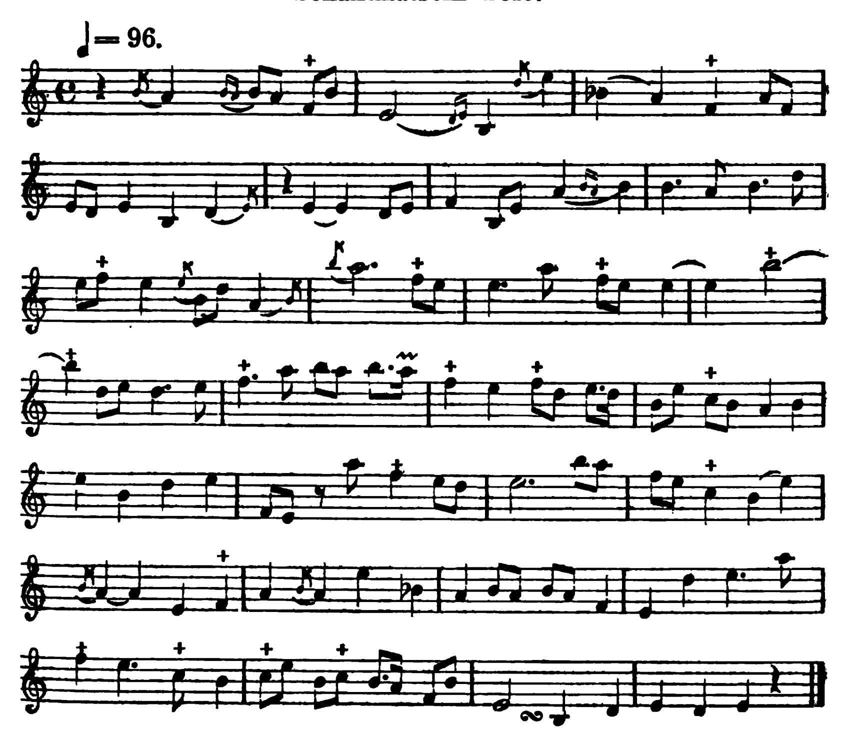
---

[1] *Psychological Review* **10** (5), S. 541 ff. 1903.

Man findet in moderner Musik, z. B. bei Wagner, ähnliche, durch Verwandtschaftsmangel ausgezeichnete Tonfolgen nicht selten.

Bei der Harmonisierung, die ganz leicht von statten ging, habe ich dieselben Regeln befolgt wie bei der Harmonisierung des Abschiedsliedes. Ich habe wiederum nur solche Töne benutzt, die in der Melodie selbst vorkommen. Ich will hier, um dem Leser das Verständnis zu erleichtern, die ersten Dreiklänge auf ihre einfachsten Ausdrücke zurückführen. 9—45—63 ist gleich 2—5—7. 9—45—15 ist gleich 3—15—5. 15—5—35 ist gleich 3—2—7. 5—45—15 ist gleich 2—9—3. 15—45—105 ist gleich 2—3—7. 27—63—45 ist gleich 3—7—5. 27—135—45 ist gleich 3—15—5. U. s. w.

Schakuhatschi-Solo.



Erster bis vierter Takt.

135	15	25	135	45	5	45	135	5	45	63	15	25	15	3	45	5	45	135	5	45
45	45	75	45	75	15	75	15	15	9	45	45	75	45	5	75	15	75	15	15	75
75	75	15	75	15	3	15	45	3	15	9	9	15	75	15	15	3	15	45	3	15

Zehnter bis dreizehnter Takt.

45	15	25	45	45	35	35	35	35	5	45	5	45	25	15	135	15	135	15
75	45	75	75	75	5	15	15	5	15	75	15	75	75	45	15	45	15	45
15	75	15	15	15	15	5	5	15	25	15	25	15	15	75	45	75	45	75

Dreiundzwanzigster bis siebenundzwanzigster Takt (Ende).

45	5	45	15	25	45	75	135	75	45	135	75	135	15	3	135	45	135	5	45	5	45
75	15	75	45	75	75	15	15	15	75	15	15	75	75	5	75	75	15	15	75	15	75
15	3	15	75	15	15	45	45	45	15	45	45	45	45	15	15	15	45	3	15	3	15

Das dritte der Musikstücke, die ich der Abhandlung von A. und H. entnommen habe, ist hier nur teilweise in theoretischen Symbolen wiedergegeben. Ich habe es für meinen eigenen Gebrauch vollständig in Zahlsymbolen ausgedrückt und harmonisiert. Hier aber habe ich der Länge des Stückes wegen nur diejenigen Teile in Zahlsymbolen wiedergegeben, die melodisch besonders eigenartig und verhältnismäfsig schwierig zu harmonisieren sind. Der Leser, der an den übrigen Teilen Interesse nimmt, kann diese Ergänzungen leicht selber ausführen, da es sich kaum um etwas anderes als Wiederholungen aus den oben dargestellten Partien handelt. Aufserdem wird dies dem Leser eine nützliche Übung sein. Übrigens habe ich bei der Harmonisierung auf die Zeitwerte der einzelnen Noten keine Rücksicht genommen. Ich konnte die wirklichen Zeitwerte der Melodietöne vernachlässigen, da ich die Harmonien ja nicht für den Konzertsaal, sondern für das psychologische Laboratorium schrieb.

Ich will hier nur auf ein paar der Intervalle aufmerksam machen. *h* ist durch 135 dargestellt. Das Intervall *h—a* ist 135—15 gleich 2,04 Einheiten. Das Intervall *f—h* mit erhöhtem *f* im ersten Takt ist durch 25—135 ausgedrückt, d. h. 5,20 Einheiten. Wenn es eine reine Quarte wäre, *fis—h*, so müfste es nur eine Gröfse von 4,98 Einheiten haben. Wenn ich *h* als gegeben ansehe, so habe ich den anderen, unbestimmten, Ton für mehr *fis* als *f* angenähert erklärt. Ich glaube dazu berechtigt zu sein, weil A. und H. schreiben, dafs ein anderer japanischer Spieler auf demselben Instrument diesen Ton immer als *fis* intonierte. (Es scheint mir in diesem Falle der Einflufs der europäischen Musik sich geltend gemacht zu haben.) Nebenbei möchte ich darauf hinweisen, dafs die wörtliche Angabe von A. und H., dieser Ton erscheine in den Koto-Stimmungen stets als

f, mit ihrer eigenen Wiedergabe der Koto-Stimmungen nicht übereinstimmt. Man findet in den Noten neben *f* auch *fis*. Ich zweifle nicht, dafs die mangelhafte Übereinstimmung der verschiedenen Musiker in der Notierung dieser Melodie dadurch verursacht worden ist, dafs sie eine *C*-Dur-Tonleiter von der Form 3—27—15—2—9—5—45—3 in die japanische Musik hineingedacht und ihre Beobachtungen dadurch verfälscht haben. Ich will dies durch einen Vergleich der wahrscheinlich richtigen japanischen Intonation mit der hinzugefügten *C*-Dur-Tonleiter klar zu machen suchen. Zum Vergleich multipliziere ich die erwähnte Leiter mit 3.

	A	*B*	*H*	*H*+	*C*	*C*+	*D*	*E*	*F*	*F*+	*G*
Japanisch:	15	63	135	35	9	75	5	45	3	25	
C-Dur:	15		135		9		81	45	3		27

Vier Töne kommen in der japanischen Tonreihe vor, die kein Äquivalent in der hineingedachten Leiter haben, nämlich 63, 35, 75 und 25. (5 und 81 sind nur um 0,22 Einheiten verschieden. Die Abweichung kann daher einfach als zufällige Unreinheit erklärt werden, wenn man es mit solchen Sachen nicht besonders genau nimmt.) Was haben die Musiker nun getan, um die japanische Musik in europäischer Notenschrift zu notieren? Mit 63 haben sie sich theoretisch vertragen und es wohl oder übel als *b* notiert. 35 ist ihnen unerklärlich gewesen; wie kann es denn zwischen *h* und *c* noch einen dazwischenliegenden Ton geben! Sie haben kurzen Prozefs damit gemacht, es einfach mit 135 identifiziert und als *h* notiert. 75 hat ihnen Kopfzerbrechen gemacht: der eine hat sich zu helfen gewufst und es als *cis* notiert; der andere hat geglaubt klüger zu sein, da *cis* in der vorausgesetzten Leiter nicht vorkommt, und hat es daher ganz willkürlich als *d* notiert. 25 hat ihnen die meisten Schwierigkeiten bereitet: der eine hat es für *fis* gehalten, der andere aber für *f* (3), beruhigt offenbar durch die Tatsache, dafs es vergleichsweise nur wenig höher intoniert wird als *f* (3—25 gleich 0,70 Einheiten), dagegen bedeutend tiefer als *g* (25—27 gleich 1,34 Einheiten), während ein *fis* in der hineingedachten Leiter überhaupt nicht existiert. Was nützt uns die Notierung japanischer Musik, wenn man derartig willkürlich mit den Tatsachen umgeht? Wir müssen daher A. und H. dankbar sein für die Objektivität, mit der sie sich ihrer Aufgabe entledigt haben.

Man findet in der Literatur häufig die Frage aufgeworfen, ob die japanische Musik „Dur- oder Moll-Charakter“ besitze. Ich habe mir nie eine definitive Vorstellung machen können, was eigentlich unter „Dur- und Moll-Charakter“ zu verstehen sei. Wenn man unter „Moll-Charakter“ die einfache Tatsache verstehen will, daſs gewisse Melodien nicht so harmonisiert werden können, daſs der von mir oben mit IIIa bezeichnete Dreiklang, nämlich 2—3—5, fast allein vorkommt, sondern daſs die anderen S. 297 aufgezählten Dreiklänge verhältnismäſsig oft angewandt werden müssen, so muſs man freilich sagen, daſs zum mindesten die hier besprochenen japanischen Melodien „Moll-Charakter“ besitzen. Ich vermag nur nicht einzusehen, daſs das Wort „Moll-Charakter“ ein besonders schöner Ausdruck zur Bezeichnung der erwähnten auf psychologischen Gesetzen beruhenden Tatsache ist.

(Eingegangen am 27. Juli 1903.)

Literaturbericht.

T. WHITTAKER. **A Compendious Classification of the Sciences.** *Mind*, N. S. 12 (45), 21—34. 1903.

In seinem Schema der positiven Wissenschaften ordnet COMBE die einzelnen Zweige derart, dafs auf die Mathematik die Astronomie folgt, dann die Physik, die Chemie, die Biologie, die Soziologie und endlich die Moral. WH. schlägt nun eine abweichende und zugleich ergänzende Einteilung vor. Der Mathematik schickt er voraus die formale und materiale Logik. An die Psychologie des Menschen, die ihrerseits sich an die Soziologie schliefst, reiht er die Metaphysik als Erkenntnistheorie und Ontologie. Diese bildet ihm den Übergang zur Logik, so dafs WH. einen Kreis gewinnt, während bei COMBE die Reihe eine Gerade bildet. Dem genaueren Nachweis für die Berechtigung dieser Anordnung dient der Rest der Arbeit. M. OFFNER (Ingolstadt).

TOULOUSE, VASCHIDE and PIERON. **Classification of Psychical Phenomena for Experimental Research.** *Mind*, N. S. 11 (44), 535—546. 1902.

Verff. betrachten es als eine Hauptaufgabe der Psychologie, festzustellen, worin das Charakteristische eines psychischen Phänomens liege. Als wesentliche Eigenschaften eines Bewufstseinszustandes erkennen sie die Intensität (schwach — stark), die Affektivität (Lust- — Unlustton), die Objektivation (als Tendenz, sich in Handlung umzusetzen, bei Bewegungsvorstellungen, bei sensorischen Vorstellungen als Gewifsheit, und zwar positiv gegenüber Lustbetonung, negativ gegenüber Schmerzbetonung), endlich die Affinität (als Streben nach Assoziation).

Die Sinnesempfindung ist kein Letztes, sondern eine Synthesis von unterbewufsten Empfindungen. Die Sinnesempfindungen zerfallen in innere und äufsere, für welche ein spezifisches Organ besteht; das Mittelglied zwischen beiden bilden die Tastempfindungen. Leben diese Sinnesempfindungen später wieder auf, so haben wir Erinnerungen; die sich dabei abspielenden Vorgänge bilden das Gedächtnis. Sinnesempfindungen haben das Streben sich zusammenzuschliefsen und so entsteht die Perzeption eines Objektes (im Wahrnehmungsbild). Ihrer mehrere von verschiedenen Objekten vereinigen sich gleichfalls und es bildet sich ein Begriff (Konzeption, Idee). Eine bestimmte Synthese solcher Begriffe ist das Urteil. In der Synthesis mehrerer Urteile besteht die Vernunft (reason). Alle diese Ge-

bilde sind entstanden vermöge der Affinität. Sie ist es, die auch jene besondere Form der Synthese begründet, welche wir als Persönlichkeit bezeichnen.

Eine Form der Intensität ist die Aufmerksamkeit, welche man geradezu als die persönliche Intensität eines Bewufstseinszustandes bezeichnen kann.

Die Affektivität, von der übrigens die Affinität ebenso bedingt ist wie von der Intensität, ist die qualitative Charakteristik eines Bewufstseinszustandes.

Besondere Formen der Objektivation sind die Affirmation (Bejahung) und weiterhin unter der Einwirkung besonders der Affektivität Glauben, Gewifsheit, Verlangen und Wollen. M. Offner (Ingolstadt).

J. Babinski. **Sur le role du cervelet dans les actes volitionnels nécessitant une succession rapide de mouvements (Diadococinésie).** *Revue neurologique* 10 (21). 15. Nov. 1902.

Zur Erleichterung bei den Schwierigkeiten, die die Diagnose der Kleinhirnerkrankungen mit sich bringt, scheinen die Ausführungen des Verf. sehr willkommen zu sein. — Babinski hat schon früher darauf aufmerksam gemacht, dafs Leute mit Läsionen des Kleinhirnes eine merkwürdige Sicherheit und Beherrschung ihrer Extremitäten zeigen, wenn sie dieselben in der Ruhelage ausstrecken sollen, dagegen sofort grofse Unsicherheit offenbaren, wenn sie dieselben sukzessiven Bewegungen auszusetzen haben. So streckt ein Kleinhirnkranker auf dem Rücken liegend seine Beine weit längere Zeit und ohne jedes Zittern und Muskelzucken aus, im Gegensatz zum Gesunden, der früher ermüdet und bei dem sich bald kleine Oszillationen und Zuckungen auf verschiedenen Muskelgebieten namentlich des Oberschenkels, zeigen. Es tritt also in Fällen von Erkrankung des Kleinhirnes eine Erhöhung der Sicherheit im statischen Gleichgewicht ein und eine Verminderung derselben im kinetischen.

Letztere Tatsache illustriert Verf. durch eine zweite Beobachtung. Läfst man Leute, die nachweislich kleinhirnkrank sind, mehrere Bewegungen schnell nacheinander ausführen, so werden dieselben 2—3 langsamer zu Ende geführt als von einem normalen Individuum, obwohl jede Bewegung für sich eben so schnell wie vom normalen ausgeübt werden kann. Gut läfst sich die Verlangsamung in der Sukzession der Bewegungen bei der Ausführung von Pronation und Supination veranschaulichen. Besonders eklatant war der Fall eines Mädchens, das nur an einer einseitigen Kleinhirnstörung erkrankt war. Die Erscheinung erklärt sich Verf. so, dafs im Kleinhirn ein Organ zu suchen ist, in dem die notwendigen motorischen Gegenimpulse erteilt werden, oder jene Hemmungen, die eine einmal begonnene Bewegung zur richtigen Zeit aufhalten, um den ungestörten Ablauf einer zweiten Bewegung zu ermöglichen. Es kann jede einzelne Bewegungskomponente eines komplexen Bewegungsaktes geordnet vor sich gehen und trotzdem durch Störung der Verbindung der exzitomotorischen Erregung mit dem Hemmungsakte eine deutliche Schädigung eintreten. — Alle willkürlichen Bewegungen setzen als Bewegungssukzessionen den un-

gestörten Ablauf des angedeuteten Mechanismus voraus; so der Gang, die Schrift. Man kann das geschilderte Symptom als für Kleinhirnläsion charakteristisch auffassen, vermifst es daher bei Formen von Ataxien, die auf der Basis eines anderen physiologischen Substrates sich entwickeln (tabische Ataxie). Mit dem Namen „Diadokokinese“ (eigentlich Bewegungsfolge) möchte Verf. den physiologischen Vorgang, auf dessen Störung das Symptom beruht, zusammenfassen.

MERZBACHER (Freiburg i. B.).

R. MAGNUS. **Die Pupillarreaktion der Oktopoden.** *Pflügers Archiv* **92**, 623—643. 1902.

An dem hochentwickelten Oktopodenauge, von dessen Bau eine übersichtliche Beschreibung gegeben wird, ist auch der Pupillarreflex aufserordentlich fein ausgebildet. Die Pupille, deren Weite bei mittlerer Beleuchtung individuelle Verschiedenheiten zeigt, reagiert sehr prompt auf Belichtung mit Verengerung, während sie sich bei Verdunklung erweitert. Die Reaktion ist besonders lebhaft, wenn die Tiere sich einige Zeit im Dunklen befanden, schon sehr schwaches Licht erweist sich dann wirksam; rotes Licht ist absolut unwirksam auf die Pupillenweite. [Erstere Beobachtung deutet auf das Vorhandensein einer Adaptation hin; ob die Unwirksamkeit des roten Lichtes auf einer Mitbeteiligung des von C. HESS im Cephalopodenauge entdeckten Sehpurpurs bei der Pupillarreaktion beruht, müfsten weitere Untersuchungen lehren. Ref.] Bei verschiedener Belichtung beider Augen haben die Pupillen verschiedene Weite, dementsprechend wird keine konsensuelle Pupillenreaktion erhalten. Willkürliche Irisbewegungen waren nicht zu beobachten. Mit Schlufs der Lider (Muskelwülste der Haut), welcher auch reflektorisch erfolgt, ist Pupillenerweiterung koordiniert. Das herausgeschnittene Auge zeigt keine Pupillarreaktion, auch wenn es noch mit dem in der Orbita liegenden Sehganglion verbunden ist. Durchschneidungs- und Reizungsversuche am Zentralnervensystem ergaben übereinstimmend, dafs in den sog. Zentralganglien ein doppelseitiges Zentrum der Irisbewegung liegt, welches jederseits aus einem gesonderten Zentrum für Verengerung und für Erweiterung besteht. Unter den vom Gehirn zur Orbita tretenden Nerven ist ein gesonderter Erweiterer und ein Verengerer der Pupille nachweisbar, letzterer ist gleichzeitig Entfärbungsnerv der Iris, während der Kolorationsnerv getrennt verläuft. Bei Reizung des zentralen Optikusstumpfes erhält man Verengerung und Erweiterung der Pupille nur des gleichseitigen Auges. In der Irismuskulatur ist neben zwei Sphinkteren ein Dilatator nachweisbar. Spezifisch auf die Oktopodenpupille wirkende Gifte liefsen sich nicht auffinden.

W. TRENDELENBURG (Freiburg i. Br.).

V. URBANTSCHITSCH. **Über die Beeinflussung subjektiver Gesichtsempfindungen.** *Pflügers Archiv* **94**, 347—448. 1903.

Die Abhandlung, von welcher wegen der Fülle der Beobachtungen nur eine Inhaltsangabe gegeben werden kann, enthält Untersuchungen über Scheinbewegungen farbloser objektiver Bilder, und zwar spontane und bei

äuſseren Einflüssen verschiedendster Art auftretende, über Scheinbilder und Scheinbewegungen farbloser subjektiver Bilder (ebenfalls spontan oder bei äuſseren Einflüssen auftretende), über Einfluſs der Farbenempfindungen auf objektive und subjektive Gesichtsbilder, sowie Beeinflussung der Farbenempfindungen im objektiven und subjektiven Gesichtsbilde. Alles Nähere ist dem Original zu entnehmen.

W. Trendelenburg (Freiburg i. Br.).

Pergens. **Untersuchungen über das Sehen.** *Zeitschr. f. Augenheilk.* 9 (4), 256—268.

Pergens stellte in Bestätigung früherer Beobachter fest, daſs bei gleicher Oberfläche und Beleuchtung kein wesentlicher Unterschied in der Erkennbarkeit verschiedener Figuren wie Dreieck, Viereck, Kreis etc. besteht. Er fand ferner, daſs einfache Figuren, ein Ganzes bildend, weiter sichtbar sind als dieselben, in getrennte Teile zerlegt. Ein drittes Ergebnis formuliert er dahin, daſs „das Sehen zweier Tüpfel oder Quadrate durch das Sehen eines Punktes geschieht". Verf. meint damit, daſs bei schwarzen „Tüpfeln" das durch Irradiation in dem trennenden Bezirke entstehende, mehr oder weniger weiſsliche Grau und somit die Unterschiedsschwelle den Ausschlag für die Erkennbarkeit gibt.

Versuche mit verschiedenen demselben Kreise eingeschriebenen Vielecken ergaben, daſs für das Erkennen des „Eckigseins" mit zunehmender Zahl der Ecken auch eine zunehmende Annäherung erforderlich ist. Es wurde auſserdem der Einfluſs der symmetrischen resp. unsymmetrischen Lage von Bogenabschnitten in der Weise geprüft, daſs Teile des den Vielecken umschriebenen Kreises stehen gelassen wurden. Die so erhaltenen Resultate entziehen sich wegen ihrer nur speziellen Gültigkeit einer zusammenfassenden Wiedergabe.

G. Abelsdorff.

Hassan Zia. **Retraktionsbewegungen des Auges bei Reizung der Medulla oblongata.** *Zeitschr. f. Augenheilk.* 9 (3), 223—224.

Zias Notiz bildet eine Ergänzung der Bach-Meyerschen Experimente über die Beziehungen der Medulla oblongata zum Pupillarreflex. Gelegentlich derselben wurde bei Katzen eine Retraktionsbewegung der Bulbi beobachtet, wenn die freigelegte Medulla mechanisch gereizt wurde. Dieses Resultat deutet dem Verf. darauf hin, daſs auſser dem Lichtreflex der Pupille „noch andere Reflexe, so z. B. das reflektorische Blinzeln Beziehungen zur Medulla oblongata haben."

G. Abelsdorff.

E. Berthold. **Über Diplacusis menauralis.** Vortrag, gehalten auf der 73. Versammlung der Naturforscher u. Ärzte in Hamburg in der Sektion f. Ohrenheilkunde. *Arch. f. Ohrenheilk.* 55 (1902), 17—25.

Der vom Verf. beobachtete und geheilte Fall (Otitis media exsudativa mit kleiner Perforation des Trommelfells) betraf einen im Intervallschätzen geübten Musiker. Während der dreiwöchigen Krankheitsdauer gab dieser an, bei bestimmten Tönen der ein- bis viergestrichenen Oktave etwas schwächer bald die höhere Oktave oder Quinte, bald die höhere kleine oder groſse Sekunde, einmal auch, unsicher, die tiefere kleine Terz neben dem objektiven Tone mit dem erkrankten Ohre zu hören. Den Grund der Er-

scheinung verlegt der Verf. in die Schnecke. Er denkt an eine Verstimmung einzelner Fasern der Basilarmembran durch eine exsudative Trübung der Labyrinthflüssigkeit oder durch eine leichte Schwellung der Membran selbst. Es könne aber der Ort solcher Erkrankungen auch in den Gehirnzentren liegen.

Ein Teil des Aufsatzes geht über das spezielle Thema hinaus und versucht, an der Resonatorentheorie des Hörens festhaltend, die Tonunterscheidung überhaupt in Einklang zu bringen mit den neueren mikroskopischen Befunden Helds u. a., wonach die im Ganglion cochleare entspringenden und zur Basilarmembran ziehenden Nerven je an ihrem Ende sich mannigfach verzweigen, so daſs jede einzelne mit mehreren Haarzellen in Verbindung steht. In einleuchtender Weise schreibt Berthold die Perzeption der unterscheidbaren Töne bestimmten Kombinationen von verschiedenen Nervenzweigen zu. Er faſst die fragliche Nervenverzweigung als eine ökonomische Einrichtung derart auf, wie sie Bethe für die Nerven der Froschzunge angenommen hat. Durch Kombinationsrechnungen erläutert er, wie die Natur es könne eingerichtet haben, um mit einer möglichst geringen Anzahl Nervenfasern und Endverzweigungen auszukommen.

Am Schlusse wird auf das monokulare Doppelsehen hingewiesen und damit der Skeptizismus zu entkräften versucht, der an ein monaurales Doppelhören überhaupt nicht glauben will. — Überzeugender wäre der Nachweis, daſs bei den beobachteten Erscheinungen ein binaurales Doppelhören, durch Knochenleitung, nicht vorgelegen habe. Auch müſsten zur Sicherheit die Obertöne durch Interferenz ausgeschlossen werden. Verf. untersuchte die tieferen Tonlagen an der Violine. Wenn der Patient hier a^2 neben dem objektiven a^1, und neben a^1 oder d^1 die höhere Quinte hörte, so liegt der Einwand nahe, daſs im ersten Falle der 1. Oberton, in den beiden anderen eine Oktaventäuschung für den 2. Oberton mitgewirkt habe.

F. Krueger (Leipzig).

Eschweiler. **Unzulängliche Stützen von Zimmermanns Theorie der Mechanik des Hörens und ihrer Störungen.** *Arch. f. Ohrenheilk.* 55 (1902), 59—66.

Gustav Zimmermann. **Unzureichende Einwände gegen neue Gesichtspunkte in der Mechanik des Hörens.** *Ebenda* 56 (1902), 40—46.

In seinem Buche „Die Mechanik des Hörens und ihre Störungen" (Wiesbaden 1900) hatte Zimmermann die Lehren Helmholtzens und Bezolds über die Mechanik des Gehörorganes kritisch betrachtet und dafür eigene, stark abweichende Ansichten vorgetragen, die inzwischen mehrfach Zustimmung gefunden haben. Die Grundgedanken der neuen Theorie sind folgende: Das Trommelfell gerät bei normalem Hören nicht in Massen-, sondern in longitudinale Molekularschwingungen. Diese teilen sich dem Promontorium und der knöchernen Schnecke mit und versetzen die Fasern der Basilarmembran von ihrer Anheftungsstelle aus unmittelbar in stehende Schwingungen. Das Labyrinthwasser gerät erst sekundär in Mitschwingung. Das runde Fenster dient den Wasserbewegungen als Ausweichstelle. Der bisher sog. schallleitende Apparat dient nur zur „Akkommodation", d. h.

zur Dämpfung extensiver Schwingungen, zur Abkürzung des Nachschwingens und zur Regulierung des Druckes im Labyrinth.

Gegen diese Anschauungen richtet ESCHWEILER eine im wesentlichen immanente Kritik, indem er die Hauptargumente ZIMMERMANNS einzeln zu widerlegen sucht. Dieser bemüht sich, alle Einwände des Gegners zu entkräften und die angegriffenen Vorstellungen zu verteidigen. Ich beschränke mich auf diejenigen wichtigeren Streitpunkte, die mir auch nach der Antikritik noch unerledigt zu sein scheinen.

1. Zum Beweise, dafs das Trommelfell und die Gehörknöchel, wie es HELMHOLTZ will, in toto und in der Phase des erregenden Tones schwingen, beruft sich ESCHWEILER auf die bekannten Versuche POLITZERS. ZIMMERMANN erwidert, dieser habe mit extremen Schallstärken gearbeitet. Auch habe neuerdings MADER den experimentellen Nachweis geliefert, „dafs eine Schallübertragung durch die Knöchelchenkette wesentlich zurücksteht gegenüber der direkten Schalleinwirkung auf den festen Knochen der Schneckenkapsel". (Aber die mikrophonischen Beobachtungen MADERS zeigen doch unzweideutig, dafs auch bei gewöhnlicher Schallstärke Trommelfell und Ossicula als Schallleiter im strengen Sinne dienen. Dafs daneben eine unmittelbare Knochenleitung existiert und unter Umständen überwiegt, bezweifelt wohl niemand. Z. hätte nachzuweisen, dafs diese reine Knochenleitung normalerweise allein in Betracht komme. D. Ref.)

2. ESCHWEILER: Nach der neuen Theorie erfährt das Labyrinthwasser keinerlei Volumschwankungen; sondern die stehenden Wellen der Basilarfasern, vom Knochen aus unmittelbar erregt, bewirken nur Lageänderungen der umgebenden Wassermolekeln. Eine Ausweichstelle für das Labyrinthwasser, wie sie Z. in das Schneckenfenster verlegt, ist daher überflüssig und bedeutet einen inneren Widerspruch der Theorie. — ZIMMERMANN: Die Möglichkeit einer solchen Ausweichung e r l e i c h t e r t den präzisen Ablauf rascher und schwacher Schwingungen. (Jedenfalls wäre nach ZIMMERMANNS Grundanschauung und entgegen seiner eigenen Formulierung das runde Fenster für die Hörfunktion selbst n i c h t notwendig. Dem widersprechen aber sowohl pathologische Erfahrungen als physiologische Versuche.)

3. Z. hatte in seinem Buche erklärt, „reine Schallleitungshindernisse im Ohr machen . . . keine oder nur geringe Störungen der Hörfähigkeit." So verursachten grofse Ceruminalpfröpfe im Gehörgange keine ihrem Träger auffallende Gehörsverschlechterung, solange sie nicht das Trommelfell fixierten und dessen Akkommodationswirkung beeinträchtigten. Demgegenüber erinnert E. an die starke Herabsetzung der Hörschärfe durch blofsen Verschlufs der Ohren. Auch brauchten ceruminöse Massen keineswegs das Trommelfell zu berühren, sondern nur den Gehörgang ganz zu verlegen, damit bedeutende Schwerhörigkeit zustande komme. Z. begnügt sich zu betonen, dafs all dergleichen die Hörfähigkeit nicht ganz aufhebe, dafs das subjektive Urteil darüber meist günstig laute, und dafs langsam entstandene Leitungshindernisse im Gehörgange erst dann subjektiv lästig zu werden pflegten, wenn sie das Trommelfell belasteten. (Die subjektive Auffassung unterliegt natürlich vielen, auch rein zentralen Bedingungen. Es kommt lediglich auf den Unterschied an zwischen dem in Frage stehenden objektiven Tatbestande und dem normalen Anfangszustand. Aus der

alten, Helmholtzischen Theorie folgt aber keineswegs, dafs ein luftdichter Verschlufs des Gehörganges taub machen müfste, — was ja tatsächlich nicht der Fall ist. Denn abgesehen von der unbehinderten natürlichen Knochenleitung, kann der Schall die „verschliefsende" feste Masse so gut durchsetzen wie andere Medien.)

4. In Konsequenz seiner Ansicht von der „akkommodierenden" und dämpfenden Funktion des Mittelohrapparates hatte Z. erklärt, dafs bei Unterbrechung oder Unbeweglichkeit dieses Apparates stets subjektive Geräusche aufträten. E. behauptet im Gegenteil, selbst Patienten, denen Hammer und Ambofs oder gar der Steigbügel fehlt, hätten „nur selten" subjektive Geräusche. Der Angegriffene entgegnet, viele Kranke seien zu indolent, um subjektive Geräusche zu bemerken, oder energisch genug, sie willkürlich zu unterdrücken. (Es besteht also an diesem Punkte ein rein tatsächlicher Widerspruch zwischen den beiden Gegnern, der sich durch Experiment und genauere Beobachtung pathologischer Fälle müfste entscheiden lassen.)

So anregend und wohldurchdacht Zimmermanns Lehren sind, so ist es doch, auch abgesehen von den hier wiedergegebenen Bedenken, unwahrscheinlich, dafs der komplizierte und feine Bau des Mittelohrapparates nur die von Z. ihm zugeschriebenen Aufgaben des Schutzes und der Dämpfung haben sollte, Aufgaben, für die ja noch andere Einrichtungen im Gehörorgane nachgewiesen sind; ich erinnere an die Tuba, den Aquaeductus vestibuli, die Cortischen Bögen, das Labyrinthwasser selbst. Dagegen ist es höchst wahrscheinlich, und für den Tensor tympani jetzt ziemlich erwiesen, dafs dem Mittelohrapparate neben seiner schallleitenden auch eine im eigentlichen Sinne akkommodierende Funktion zukommt, während das Hammer-Ambofsgelenk und die mehrfachen Bandverfestigungen ja allgemein als Schutzvorrichtungen angesehen werden. Die unmittelbare Knochenleitung zum Labyrinth ist keineswegs zu vernachlässigen; ihr mufs vielmehr nach den neueren Befunden ohne Zweifel eine höhere Bedeutung zugeschrieben werden, als das von seiten der klassischen Gehörphysiologie geschah. Aber diese — dem Arzte besonders naheliegenden — Erfahrungen zwingen uns keineswegs, die mathematisch wie experimentell begründeten älteren Anschauungen über die Hauptfunktion des Paukenhöhlenapparates über Bord zu werfen und, im Widerspruche mit zahlreichen Erfahrungstatsachen, die reine Knochenleitung als den einzigen normalen Weg der Schallbewegung zum nervösen Endorgane zu betrachten.

F. Krueger (Leipzig).

E. v. Cyon. **Nochmals die Physiologie des Raumsinns.** *Pflügers Archiv* **96**, 486—497. 1903.

Verf. bespricht die Arbeiten von v. Marikovszky (vgl. *diese Zeitschrift* **30**, S. 233) und Urbantschitsch, in welchen er interessante Bestätigungen seiner Raumsinnlehre erblickt. Der Zickzackgang der Tauben M.s gleicht dem vom Verf. beschriebenen der japanischen Tanzmäuse und beruht darauf, dafs den Tieren durch Zerstörung des Ohrlabyrinths die Kenntnis der geraden Richtung verloren ging. Die völlig fehlende Orientierungs-

fähigkeit im äufseren Raum kehrt auch nach Jahren nicht zurück; Gesichts- und Tastempfindungen leisten keinen Ersatz. Die Untersuchungen U.s über Scheinbewegungen gehören in das Gebiet der vom Verf. untersuchten Täuschungen durch das Ohrlabyrinth (vgl. Ref. *diese Zeitschrift* **30**, S. 144). Verf. weist besonders auf die Scheinbewegungen bei Einwirkung akustischer Reize hin.

W. Trendelenburg (Freiburg i. Br.).

Torsten Thunberg. **Untersuchungen über die relative Tiefenlage der kälte-, wärme- und schmerzperzipierenden Nervenenden in der Haut und über das Verhältnis der Kältenervenenden gegenüber Wärmereizen.** *Skandinav. Archiv für Physiol.* **11**, 382. 1901.

Die Arbeit ist in zwei Hauptabschnitte gegliedert, von denen der 1. das Thema: „Über den relativen Abstand der kälte-, wärme- und schmerzperzipierenden Nervenenden von der freien Oberfläche der Haut" behandelt.

In der Einleitung zu diesem Abschnitte wird darauf hingewiesen, dafs schon Tanzi und v. Frey die Tatsache, dafs die Apperzeptionszeit der Wärmeapparate eine gröfsere sei als die der Kälteapparate, durch die oberflächlichere Lage der letzteren zu begründen versucht haben. Auch Alrutz kam auf Grund chemischer Reizung der Kälte- und Wärmepunkte zu demselben Resultate.

Dagegen lassen sich Einwände erheben wie: die spezifische Reizbarkeit der Kälte- und Wärmepunkte ist eine verschiedene oder das Stadium der Latenz ist bei den Wärmepunkten gröfser oder ferner: der Charakter der von einem Wärmepunkte ausgelösten Sensation ist ein eigentümlich träger.

Thermische Reizung der erwärmten und abgekühlten Haut soll eine Entscheidung in dieser Frage herbeiführen.

Bezüglich der Methode sei bemerkt, dafs die der Reizung vorhergehende zweckmäfsige Temperierung der Haut, Abkühlung oder Erwärmung, durch einen sog. Temperator vorgenommen wurde, d. h. ein zylindrisches Metallgefäfs von $5^1/_2$ qcm wirksamer Bodenfläche, dem durch ein Röhrchen entsprechend temperiertes Wasser zu-, durch ein anderes abgeleitet werden konnte, wobei ein eingestecktes Thermometer die Temperatur abzulesen gestattete. Die Reizung selbst wurde mit Hilfe von entsprechend erwärmten Silberlamellen von 4 qcm Fläche und verschiedener Dicke vorgenommen, so dafs die der Haut zugeführte Wärmemenge annähernd zu ermitteln war aus der Differenz der Temperatur der Reizlamelle und der des Blutes $\times$ dem Gewichte der Silberlamelle (als Nummer der Reizlamelle bezeichnet) $\times$ der spezifischen Wärme des Silbers zu 0,06 angenommen. Verf. verbreitet sich des weiteren noch über die bei dieser Reizung stattfindenden Wärmeströmungen in der Haut.

Der Kreis der Untersuchungen beginnt mit der Ermittlung derjenigen Momente, die das Zustandekommen der paradoxen Kälteempfindung (v. Frey) besonders begünstigen. Folgende Methode soll die Erscheinung sehr deutlich hervorbringen: Vorwärmung der Haut

(Volarseite des Unterarms, also gut wärmeempfindlich) mit Temperator von 45° 2 Minuten lang, Reizung mit Silberlamellen von 60—70°, beginnend mit niedrigen fortschreitend zu höheren Nummern. Zuerst tritt aufser einem Berührungsgefühl keine Sensation ein, dann kommt es zu einer schwachen, schliefslich sehr starken Kälteempfindung, die bei den höchsten Nummern mit Schmerzgefühl gepaart ist.

Nach Verf. handelt es sich hier um exquisite Reizung der Kälteapparate, denn dafs nicht etwa trotz der Wärmeapplikation eine Reizung der Kältepunkte durch nunmehr sinkende Temperatur etwa unter vasomotorischem Einflusse ausgelöst werde, gehe daraus hervor, dafs nach völliger Durchwärmung der Haut auf Bluttemperatur dennoch die Erscheinung zu stande komme, ja sogar auch, wenn man statt der Reizlamellen einen Temperator von 55° verwende, der doch als konstante Wärmequelle beständige Zunahme der Temperatur in der Haut bedingen müsse Ja es höre sogar die Kälteempfindung nach Entfernung des Temperators, also bei nunmehr sinkender Temperatur, vollständig auf.

Variierte nun Verf. den Versuch, indem er nur 15 Sekunden lang mit dem Temperator von 45° vorwärmte und dann mit einem nur wenige Grade höheren Temperator (z. B. von 47°) reizte, so erhielt er eine deutliche Wärme- oder Hitzeempfindung. Je länger aber vorgewärmt und mit je höhergradigen Lamellen gereizt wurde, um so mehr trat die Wärmeempfindung zurück und die Kälteempfindung wieder in den Vordergrund.

In den bisherigen Versuchen konnte unter gewissen Umständen durch Wärmereizung das eine Mal Kälte-, das andere Mal Wärmegefühl hervorgerufen werden. Nun gelingt es aber auch nach Verf. unter anderen Versuchsbedingungen durch Wärmereize fast isolierte Schmerzempfindung zu erzeugen. Kühlt man nämlich die Haut während 3 Minuten durch 10gradigen Temperator ab und reizt dann mit immer dickeren Lamellen von 100°, so entsteht nach Auflegen der dünnsten kaum merkbare Wärmeempfindung, die bei stärkeren Reizen einer feinen Schmerzempfindung Platz macht. Sehr wichtig ist nun, dafs durch Lamellen von niedrigerer Temperatur starkes Wärmegefühl neben schwachem Kältegefühl ausgelöst werden kann, bevor die Schmerzschwelle erreicht ist.

Bezüglich der Ursachen der Entstehung einer überwiegenden Kälteempfindung bei einer gewissen Wärmereizung (60—70°) können sowohl physikalische Momente, die die Wärmetönung in der Haut beeinflussen, als auch physiologische, wie Reizbarkeitsänderung durch die Vorerwärmung (wie Herabsetzung für die Wärme-, Erhöhung für die Kälteapparate), Ermüdung (hier insbesondere der Wärmeapparate) und anderes in Betracht kommen. Verf. kommt bei Erwägung dieser Momente zu dem Schlusse, dafs bei Anwendung von begrenzten hochgradigen Wärmemengen die oberflächlichen Hautschichten besonders kräftig gereizt werden, während unbegrenzte Wärmemengen niedrigeren Grades mehr die tieferen Hautschichten betreffen.

„Da man nun bei einer vorwiegend die oberflächlichen Hautschichten treffenden Reizung vor allem eine Kälteempfindung, bei tieferer Reizung dagegen kräftige Wärmeempfindungen erhält, so ist der natürliche Schlufs

der, dafs die Kältenerven oberflächlicher als die Wärmenerven endigen." Verf. nimmt aufserdem an, dafs die Kältenervenenden nach der Vorerwärmung für Wärmereize reizbarer geworden sind.

Was nun die Ursachen der Entstehung einer überwiegenden Schmerzempfindung bei einer gewissen Wärmereizung betrifft, so werden diese in einer oberflächlicheren Lage der schmerzperzipierenden Elemente vermutet, die zur Hervorbringung der Erscheinung notwendigen hochgradigen aber dünnen Reizlamellen sind eben ganz besonders geeignet, die oberflächlichsten Schichten der Haut besonders kräftig zu reizen. Die fernerhin notwendige Abkühlung der Haut soll die Reizbarkeit der Wärme- und Kälteapparate so herabsetzen, dafs von ihnen bei dieser Art oberflächlicher Reizung höchstens die Wärmeapparate als die empfindlicheren ansprechen.

Nach des Verf. Annahme liegen demnach die Schmerznervenenden am oberflächlichsten und sind für Wärmereize am wenigsten reizbar, es folgen dann die Kälteapparate als reizbarer für Wärme, aber tiefer gelegen und schliefslich die Wärmeapparate, die am tiefsten angeordnet, für Wärme aber am reizbarsten sind.

Verf. verwertet nun seine Annahme für die Erklärung der verschiedenen Apperzeptionszeiten der hier in Frage kommenden Sinnesapparate.

In dem 2. Abschnitt der Arbeit erhebt Verf. die Frage: „Ist die Wärme ein adäquates Reizmittel für die Kälteendorgane?"

Bevor an die Beantwortung der Frage herangetreten wird, sucht Verf. den Beweis zu erbringen, dafs es sich in den Versuchen des 1. Abschnitts der Arbeit nicht um Reizung der mit den Kälteapparaten in Verbindung stehenden Nerven handelt, sondern um Reizung der Kälteapparate selbst. Das gehe schon daraus hervor, dafs bei Wärmereizen Kältesensationen ohne Schmerzgefühl erhalten werden und Schmerzgefühl müfste doch zunächst auftreten, da die Schmerznerven am oberflächlichsten liegen. Aufserdem hat Verf. in einer früheren Arbeit nachgewiesen, dafs der Schmerz schon durch so geringe Wärme hervorgerufen wird, dafs es sich hier unmöglich um Nervenreizung handeln kann. Es mufs daher die Wärme auf die Kälteapparate selbst wirken und zwar liegt nach des Verf. Versuchen die untere Grenze für das Auftreten der isolierten Kälteempfindung auf Wärmereiz, nach Abkühlung der Haut bei 35°, eine obere Grenze existiert nicht, es können auch die höchsten Temperaturen, soweit sie anwendbar sind, die Erscheinung deutlich hervorrufen.

Dafs Wärme also die Kälteapparate reizt, ist Verf. nicht mehr zweifelhaft, ob es sich aber dabei um einen adäquaten Reiz handelt mit dem Nutzen, durch die gleichzeitig auftretende Kälteempfindung den Grad der Wärmeempfindung besser zum Bewufstsein zu bringen, diese Frage läfst Verf. zunächst noch offen. K. Bürker (Tübingen).

H. R. Marshall. **The Unity of Process in Consciousness.** *Mind*, N. S. 11 (44), 470—502. 1902.

Verf. setzt sich zur Aufgabe, die Ergebnisse vorzuführen, zu denen man gelangt, wenn man bei Betrachtung des Verhältnisses zwischen Leib und

Seele konsequent den Standpunkt des die physische Seite betrachtenden Biologen innehält und dann den Standpunkt des ausschliefslich das Psychische betrachtenden Psychologen. Das Endresultat ist, dafs man keine nervöse Tätigkeit im Körper annehmen kann ohne auch eine gleichzeitige psychische Erscheinung anzunehmen. Diese nie fehlenden parallellaufenden psychischen Vorgänge können unter bestimmten Umständen das werden, was wir Bewufstsein nennen, während die übrigen unbewufst bleiben und als Reflexe sich entladen. Damit ist ein durchgängiger Zusammenhang der physischen wie der psychischen Reihe der Erscheinungen gegeben. Von diesem Standpunkt aus gewinnt Verf. das Verständnis der Reflex- und Instinkthandlungen und für das vernunftgemäfse Handeln, deren Wesen er kurz bespricht. M. Offner (Ingolstadt).

W. G. Smith. **Antagonistic Reactions.** *Mind*, N. S. 12 (45), 47—58. 1903.

Bei Reaktionsversuchen hat sich gezeigt, dafs manche Personen bei Hören des Signales unbewufst anfangs eine der geforderten Bewegung entgegengesetzte ausführen und erst dann die richtige. Diese Reaktion nennt S. antagonistische. Unter 33 Versuchspersonen fand er sie bei 5 als regelmäfsige, bei 5 als gelegentliche Erscheinung. Mit Alter, Geschlecht, Temperament lassen sich keine Beziehungen erkennen. Zwei Tabellen geben Genaueres über die Reaktionsversuche auf Lautsignale, die mit sechs dieser Versuchspersonen angestellt wurden. Als mittlere Reaktionszeit fand Sm. 4—5 Hundertstel-Sekunden. Diese antagonistische Reaktion wird man bei künftigen Reaktionsversuchen wohl im Auge behalten müssen. Am Schlusse versucht Verf. diese Erscheinung mit den feststehenden Ergebnissen der Physiologie in Einklang zu bringen wie mit jenen der Psychologie, ohne sich aber für eine der Erklärungsweisen zu entscheiden.

M. Offner (Ingolstadt).

M. Hüttner. **Zur Psychologie des Zeitbewufstseins bei kontinuierlichen Lichtreizen.** *Beiträge zur Psychologie und Philosophie*, herausgeg. v. G. Martius, 1 (3), 367—410. 1902.

Verf. fafst die Ergebnisse seiner Untersuchung in folgende Sätze zusammen:

1. Die wirkliche Zeitschätzung lehnt sich überall an bestimmte Empfindungstatsachen und Vorstellungen an. Eine Auffassung der Zeit als solcher gibt es ebensowenig als eine Schätzung derselben.

2. Eine gegebene Vorstellung von gewisser Dauer können wir nur innerhalb der Zeit von 0,5 bis 2 Sek. unmittelbar mit einer zweiten ihrer Dauer nach wirklich exakt vergleichen. In diesem Gebiete gelten die allgemeinen Gesetze des Vergleichens zweier Sinneseindrücke, so dafs die Zahlen der relativen Unterschiedsschwelle dem Weberschen Gesetze im allgemeinen entsprechen.

3. Bei kürzeren und längeren Zeiten treten verschiedene besondere Empfindungsverhältnisse ein, an welche das Zeiturteil sich anlehnt.

a) Bei kurzen Lichtreizen treten die Erscheinungen des An- und Abklingens so hervor, dafs das Zeiturteil sich auf diese im Verhältnis zu den Reizen viel längeren Empfindungsvorgänge bezieht und durch deren Unbestimmtheit ungünstig beeinflufst wird. Kurze, durch kein Intervall ge-

trennte Schalleindrücke verbinden sich zu einem einheitlich aufgefafsten Gesamtbilde; auf die Zeitschätzung der in dieses eingehenden Teilstrecken hat die subjektive Rhythmisierung einen bestimmten Einflufs.

b) Bei längeren Zeiten wird der Zeitschätzung irgend ein sekundäres Empfindungsmoment unwillkürlich zugrunde gelegt, welches die gegebene Zeit in für die Auffassung bequemere Strecken einteilt.

4. Die Lehre vom Indifferenzpunkt der Zeitschätzung und der Unterschätzung grofser, Überschätzung kleiner Zeiten beruht auf der reproduktiven Methode, drückt also auch nicht Eigenschaften der Zeitschätzung, sondern der Zeitproduktion aus.

Die Versuche wurden mit Hilfe des von G. Martius modifizierten und vervollkommneten Exner'schen Apparates für Lichtunterbrechung angestellt (s. o. S. 225). W. A. Nagel (Berlin).

A. Binet. **Note sur l'appréciation du temps.** *Arch. de psychologie* 2, fasc. 1, (5), 20—21. 1902.

Warum findet eine an Schlaflosigkeit leidende 45jährige Dame die Nacht kurz? Weil sie ein sechsstündiges Schlafbedürfnis hat, nach 2 bis 3 Stunden schon wieder aufwacht und sich die Nacht nun möglichst lang wünscht, um die 6 Schlafstunden bis zum nächsten Morgen herauszubekommen. Gelingt es ihr nicht, so kann sie nicht aufstehen, aber auch bei ihrer Empfindlichkeit gegen Geräusche bei Tage nicht schlafen. Sie findet den Tag im Bett lang, weil sie ihn kurz wünscht und trotz der Bemühungen ihrer Angehörigen, die sie zerstreuen wollen, als lang empfindet: Sie sehnt nämlich die Nacht herbei, um wieder schlafen zu können. Resultat: „Einige Erscheinungen der Wahrnehmung, die sich aus ganz elementaren Prozessen zusammenzusetzen scheinen, hängen tatsächlich von sehr komplizierten psychischen Funktionen ab; die zeitliche Schätzung hängt von dem Wunsch einer Person ab, die Zeit solle langsam oder schnell vergehen." Ed. Platzhoff-Lejeune [Tour-de-Peilz (Schweiz)].

W. Smith. **The Metaphysics of Time.** *Philos. Review* **11** (4), 372—391. 1902.

Nach Smith existiert Zeit im Sinne von „Succession" weder psychologisch noch metaphysisch. Psychologisch ist Zeitanschauung, weit entfernt eine apriorische Form zu sein, auflösbar in eine Raumvorstellung, deren verschiedene Teile („Gegenwart", „Vergangenheit" und „Zukunft") verschiedene Grade der Wirklichkeit, d. h. der Tastbarkeit haben. Der Vergleichung von Wirklichkeit und Unwirklichkeit innerhalb jenes Bewufstseinsinhaltes entspringt ein Veränderungsgefühl; tatsächlich aber kann weder Veränderung als solche, noch Succession als solche im Bewufstsein erlebt werden. Metaphysisch ist Zeit nichts als die logische Ordnung unzähliger Erfahrungen, die aber nicht auseinander hervorgehen, sondern zeitlos wie Kants Ding an sich im absoluten Bewufstsein bestehen.

W. Stern (Breslau).

A. Binet. **Le vocabulaire et l'idéation.** *Rev. philos.* **54** (10), 359—366. 1902.

Verf. macht uns mit 2 jungen Mädchen im Alter von 14 bis 15 Jahren bekannt, welche, derselben Familie angehörig und unter denselben Lebens-

bedingungen aufgewachsen, Verschiedenheiten zeigen bezüglich ihres Wortschatzes und ihrer Vorstellungsbildung. Die eine, Margarethe, denkt mehr präzis, methodisch, praktisch, immer auf die Aufsenwelt Bezug nehmend. Das Denken der anderen, Armand, ist mehr oberflächlich, unbestimmt, phantastisch. Verf. liefs sich von ihnen einige Objekte beschreiben, z. B. ein Messer, eine Blume usw. M. beschreibt sie mehr materiell, A. dagegen beschreibt überhaupt sehr wenig, sie phantasiert mehr dazu. Bei letzterer geht auch das Beschreiben viel rascher als bei ersterer. Offenbar steht der Wortschatz beider in direkter Beziehung zu ihrem Typus, welcher bei M. mehr ein beobachtender, bei A. ein mehr imaginativer ist. —

Die Ausführungen des Verf. sind geeignet, ein altes Vorurteil der Pädagogik zu entkräften, nämlich die Ansicht, dafs die Gedankenarmut bzw. der Gedankenreichtum, welchen die Schüler im deutschen Aufsatze zu bekunden pflegen, im kausalen Zusammenhange steht mit dem geistigen Niveau der Familie, welcher die Schüler angehören, obwohl ja ein gewisser Grad der Beeinflussung auch in dieser Beziehung nicht geleugnet werden kann. Giessler (Erfurt).

Franklin Henry Giddings. **Inductive Sociology. A Syllabus of Methods, Analyses and Classifications and Provisionally Formulated Laws.** New York and London, Macmillan Co., 1901. 302 S.

Unter „Soziologie“ sind in diesem Buch zum Teil Dinge verstanden, die wir in Deutschland keinesfalls dahin rechnen würden. Wir finden Erörterungen aus dem Gebiet der Statistik, Anthropologie, Anthropogeographie und Nationalökonomie neben in unserem Sinne soziologischen Betrachtungen, nämlich solchen über die Gleichartigkeit des Bewufstseins, die Gleichheit desselben (Gesamtbewufstsein), den Gesamtwillen, die Formen der gesellschaftlichen Organisation und die Formen, Aufgaben und Leistungen des Staates. Was die Art der Behandlung anbetrifft, so tut man gut, von vornherein den erläuternden Zusatz auf dem Titelblatt zu beachten, um sich vor Enttäuschungen zu bewahren. Dafs das Buch, wie das Vorwort erwähnt, aus praktischen Übungen (Exkursionen) hervorgegangen ist, mag ebenfalls zu seiner Eigenart beigetragen haben. Tatsächlich enthält das Werk viel mehr Fragestellungen, recht ins einzelne gehende Schemata und Klassifikationen als durchgeführte Untersuchungen. Die „vorläufig formulierten“ Gesetze sind stellenweise wirklich etwas „vorläufiger“ Art; und eine eingehendere psychologische Zergliederung sucht man bei den dazu auffordernden Thematen, wie Wechselwirkungen innerhalb einer Gruppe, Sympathie, Nachahmung und Suggestion, ebenfalls vergeblich. — Für einen vorläufigen Überblick über das weite, hier in Betracht kommende Gebiet mit seiner unsicheren Abgrenzung kann das Buch gute Dienste tun; Anregungen und Belehrungen eindringenderer Art findet man seltener darin. A. Vierkandt (Gr. Lichterfelde).

Einladung

zu einem

Kongrefs für experimentelle Psychologie

in Giefsen

vom 18. bis 20. April 1904.

Obwohl die experimentelle Psychologie nun schon seit mehr als zwei Dezennien in Deutschland ihre Pflege findet und überhaupt erst von Deutschland aus ihren Weg genommen hat, so fehlt doch bei uns den psychologischen Bestrebungen noch ein Vereinigungspunkt, wie ihn sämtliche naturwissenschaftliche Disziplinen in ihren Spezialkongressen oder in der allgemeinen deutschen Naturforscherversammlung und ihren besonderen Sektionen besitzen, und wie ihn die amerikanischen Psychologen bereits in einem jährlich stattfindenden Kongresse haben. Ein solcher Vereinigungspunkt ist aber für die Psychologie nicht weniger ein Bedürfnis als für die anderen wissenschaftlichen Disziplinen. Denn bei der Mannigfaltigkeit der speziellen Forschungsrichtungen, die schon bis jetzt in der Psychologie zutage getreten sind, und bei der wachsenden Zahl der Aufgaben und Fragen, die von den verschiedensten Gebieten menschlichen Wissens, Handelns und Empfindens aus an die Psychologie gestellt werden, ist es dringend angezeigt, dafs denjenigen, die an der Arbeit auf dem Gebiete der Psychologie beteiligt sind, Gelegenheit gegeben werde, durch wissenschaftliche Zusammenkünfte und persönlichen Verkehr eine leichtere und vollständigere Einsicht in die auf diesem Gebiete sich regenden Richtungen und erworbenen Anschauungen zu erhalten und durch Austausch von Erfahrungen und Gedanken sich hinsichlich der Methode und der Zielpunkte ihres Forschens gegenseitig zu fördern.

In der Erkenntnis dieses Bedürfnisses und in der Überzeugung, dafs die experimentelle Psychologie das Zentrum darstellt, an welches sich alle übrigen psychologischen Bestrebungen mehr oder weniger eng anzuschliefsen haben, sind die Unterzeichneten zu dem Entschlusse gelangt, ihre Mitarbeiter auf dem Gebiete der Psychologie zur Beteiligung an einem **Kongresse für experimentelle Psychologie** aufzufordern. Dieser Kongrefs, dessen Verhandlungssprache ausschliefslich die deutsche Sprache sein soll, wird vom 18.—20. April 1904 zu Giefsen abgehalten werden. Genauere Mitteilungen hierüber werden später erfolgen.

Ebbinghaus-Breslau. **S. Exner**-Wien. **Groos**-Giefsen. **Hering**-Leipzig. **von Kries**-Freiburg i. Br. **Külpe**-Würzburg. **Meumann**-Zürich. **E. Müller**-Göttingen. **Schumann**-Berlin. **Siebeck**-Giefsen. **Sommer**-Giefsen. **Stumpf**-Berlin. **Ziehen**-Halle a. S.

Das Lokal-Komitee:

Groos. **Siebeck.** **Sommer.**

Persönliche Einladungen ergehen gleichzeitig.
Ankündigung von Vorträgen und Demonstrationen wird erbeten an

Prof. Dr. Sommer.

Giefsen, Oktober 1903.

Grundzüge einer Farbentheorie.

Von

Prof. Dr. Egon Ritter von Oppolzer in Innsbruck.

II. Abschnitt.

Zur Theorie der eindimensionalen Gesichtsempfindungen oder des totalfarbenblinden Systems.

§ 1. Die Aufgabe der Theorie.

Das Gebiet unserer normalen Gesichtsempfindungen ist ein dreidimensionales; jede solche Empfindung ist nämlich durch drei Bestimmungsstücke in unserem Bewufstsein gegeben; es sind dies die drei psychologischen Begriffe: die Helligkeit, der Farbenton und der Sättigungsgrad. Das Licht, das als Reiz wirkt und die Gesichtsempfindung hervorruft, ist, wenn es homogen ist, eine zweifache Mannigfaltigkeit, indem es durch seine Intensität und Wellenlänge völlig gegeben ist; ist es ein Mischlicht, das aus beliebig vielen homogenen Lichtern zusammengesetzt ist, so ist seine Mannigfaltigkeit auch eine beliebig hohe. Die Empfindung, die ein solches Mischlicht erzeugt, bleibt aber stets durch die drei psychologischen Koordinaten: Helligkeit, Sättigung und Ton bestimmt. Die physikalischen Koordinaten Intensität und Wellenlänge bestimmen aber die drei psychischen. Setzen wir die

psychischen Koordinaten:	physikalischen Koordinaten:
Helligkeit $= H$	Intensität $= I_1, I_2 \ldots . I_n$
Sättigung $= S$	Wellenlänge $= \lambda_1, \lambda_2 \ldots . \lambda_n$
Farbenton $= T$	

so ist für unser normales System, wenn das wirkende Licht aus den Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2 \ldots\ldots \lambda_n$ mit den entsprechenden In-

tensitäten I_1, I_2 ...... I_n besteht, also ein Mischlicht ist, allgemein:

$$H = f_1 (I_1, \lambda_1, I_2, \lambda_2 \ldots\ldots I_n, \lambda_n)$$
$$S = f_2 (I_1, \lambda_1, I_2, \lambda_2 \ldots\ldots I_n, \lambda_n)$$
$$T = f_3 (I_1, \lambda_1, I_2, \lambda_2 \ldots\ldots I_n, \lambda_n)$$

Denn es ist ja bekannt, daſs sowohl die Sättigung eines homogenen Lichtes mit Steigerung der Intensität abnimmt, daſs auch der Farbenton mit dieser veränderlich ist, daſs also keineswegs die Sättigung bloſs von der Reinheit des Lichtes im physikalischen Sinne abhängt oder etwa der Farbenton nur von der Wellenlänge. Gelingt es, wenn die physikalischen Gröſsen I_1, I_2 ...... I_n und λ_1, λ_2 ...... λ_n eines Mischlichtes gegeben sind, die obigen Funktionen f_1, f_2 und f_3 aufzustellen, so ist die Theorie der normalen Gesichtsempfindungen als erledigt anzusehen.

Bevor nun an eine solche herangegangen werden kann, ist es unerläſslich, zuerst das einfachste System der Gesichtsempfindungen, das totalfarbenblinde System, zu behandeln, das nur in Helligkeitsempfindungen besteht. Hier bestimmt nur eine psychische Koordinate die Empfindung und zwar das H. Während unser normales System als räumliches Gebilde dargestellt und aufgefaſst werden kann, kann der Totalfarbenblinde seine Gesichtsempfindungen in eine Linie einordnen. Der Weg über das totalfarbenblinde System erscheint um so natürlicher, als man ja stets getrachtet hat, unser normales System aus dem Zusammenwirken dreier sogenannter Urempfindungen abzuleiten, die farbenblinden Systeme aber aus dem Fehlen einer oder mehrerer solcher.

Unter diesen Urempfindungen verstehen die herrschenden Theorien Elementarempfindungen, denen gewisse Elementarhelligkeiten x, y, z zukommen mit den entsprechenden Sättigungen s_1, s_2, s_3 und Tönen t_1, t_2, t_3, so zwar, daſs diese nur von den Intensitäten und Wellenlängen des wirkenden Mischlichtes abhängen, während die Sättigungen und Töne dieser Urempfindungen mit den physikalischen Gröſsen unveränderliche Parameter darstellen. Die Theorien suchen also folgende Gleichungen zu erlangen

$$H = \varphi_1 (x, y, z, s_1, s_2, s_3, t_1, t_2, t_3)$$
$$S = \varphi_2 (x, y, z, s_1, s_2, s_3, t_1, t_2, t_3)$$
$$T = \varphi_3 (x, y, z, s_1, s_2, s_3, t_1, t_2, t_3),$$

so dafs jede andere Empfindung mit der Helligkeit H, Sättigung S und dem Tone T aus den verschiedenen Elementarhelligkeiten x, y, z der Urempfindungen resultiert und die

$$\begin{aligned} x &= F_1\,(I_1,\ \lambda_1,\ I_2,\ \lambda_2,\ \ldots\ldots\ I_n,\ \lambda_n) \\ y &= F_2\,(I_1,\ \lambda_1,\ I_2,\ \lambda_2,\ \ldots\ldots\ I_n,\ \lambda_n) \\ z &= F_3\,(I_1,\ \lambda_1,\ I_2,\ \lambda_2,\ \ldots\ldots\ I_n,\ \lambda_n) \end{aligned}$$

sind. Die Ursättigungen s_1, s_2, s_3 und Urtöne t_1, t_2, t_3 der Urempfindungen treten dann blofs als unveränderliche Konstante auf. Die Aufdeckung dieser Urempfindungen nach ihrem Tone hat vor allem die Theoretiker beschäftigt, und man ist unter Zugrundelegung gewisser Hypothesen zu Urfarben gekommen, die selbst im reinen Spektrum nicht gesehen werden können. Hierzu wurde sowohl HERING als auch HELMHOLTZ und seine Schule geführt. Die Aufstellung der allgemeinen Gleichungen wurde nicht in Angriff genommen; nur bei HELMHOLTZ finden sich die ersten Anfänge, indem er die Empfindlichkeit für Wellenlängenunterschiede auf die Empfindlichkeit für die Helligkeitsunterschiede der Urfarben zurückzuführen sucht.

Bei dem totalfarbenblinden System braucht nur die Gleichung

$$x = F\,(I_1,\ \lambda_1,\ I_2,\ \lambda_2\ \ldots\ldots\ I_n,\ \lambda_n) = H$$

aufgestellt zu werden und mit der Ermittlung der Funktion ist die Theorie des Systems vom psychophysischen Standpunkte als erledigt anzusehen. Bevor also dies nicht geleistet ist, wird eine Theorie der höheren Systeme aussichtslos sein. Im folgenden ist gezeigt, dafs bei der Gültigkeit des FECHNERschen Gesetzes und des III. GRASSMANNschen Satzes für das totalfarbenblinde Auge die Aufstellung der Gleichung in der Tat möglich wird. Werden beide Voraussetzungen als zutreffend erkannt, so müfste die folgende Theorie als erfüllt angesehen werden.

Beobachtungsreihen, die die Gültigkeit des FECHNERschen Gesetzes bei totalfarbenblinden Augen geprüft haben, existieren nicht; mir erscheint es aber unwahrscheinlich, dafs ein Gesetz, das seine angenäherte Gültigkeit für so viele Sinnesgebiete einschliefslich der Gesichtsempfindungen gezeigt hat, nicht auch für die Empfindungen der Sehnerven eines totalfarbenblinden Auges a n g e n ä h e r t gelten sollte. Haben ja die Untersuchungen an partiell Farbenblinden diesbezüglich keinen Unterschied gegen die normalen Augen erkennen lassen, sie zeigen sogar, dafs die

systematischen Abweichungen gegen das Gesetz bei hohen und sehr schwachen Intensitäten die gleichen, wie im normalen Systeme sind. Es wäre daher geradezu sonderbar, wenn bei dem totalfarbenblinden Auge das Gesetz plötzlich ganz zu gelten aufhörte. Man wird daher die erste Voraussetzung als sehr wohl begründet ansehen.

Der III. GRASSMANNsche Satz, der besagt, dafs psychisch gleich Erscheinendes — mag dasselbe auch auf der Wirkung von Lichtern beruhen, die verschiedene physikalische Zusammensetzung besitzen, z. B. zwei Weifslichter, die aus verschiedenen komplementären Wellenlängen zusammengesetzt sind — zu psychisch Gleichem gemischt (das ist eine physikalische Operation) wieder psychisch Gleiches gibt, hat sich ebenfalls in ziemlich weiten Grenzen als gültig erwiesen, sowohl für das normale, als partiell farbenblinde System. Dafs dies auch für das totalfarbenblinde System erfüllt bleibt, folgt aus der Tatsache, dafs das, was unserem normalen Auge gleich erscheint, auch sehr nahe für das partiell- und totalfarbenblinde gleich bleibt. Streng erfüllt bleibt das Gesetz selbst für unser normales Auge nicht, es kann aber ebenso wie das FECHNERsche Gesetz zur Grundlage der Theorie genommen werden, weil diese dann sicherlich eine erste und zwar weitgehende Annäherung an die Wahrheit darstellen wird.

Sollte es einmal gelingen, die strengen Gesetze zu finden, so wird es nach dem folgenden keine Schwierigkeit haben, die Theorie nach diesen Erweiterungen in ähnlicher Weise aufzubauen. Es ist aber überhaupt fraglich, ob eine Erweiterung dieser Theorie je einen Sinn erhalten wird, indem vielleicht die individuellen Unterschiede der Systeme von gleicher Ordnung wie die Abweichungen von den hier zugrunde gelegten Sätzen sind.

§ 2. Die Theorie der isogenen Empfindungen.

Wir legen das FECHNERsche Gesetz in der Form

$$x = A \cdot \log\left(1 + \frac{I}{a}\right)$$

zugrunde, wo A und a von der Intensität unabhängig sind, x die Helligkeit oder überhaupt die Stärke der Empfindung eines homogenen Lichtes, die wir eine isogene Empfindung nennen

wollen, — im Gegensatze zur heterogenen, die aus mehreren homogenen Lichtern entsteht — von der Intensität I repräsentieren soll. Für ein zweites homogenes Licht wird allgemein

$$x' = A' \cdot \log\left(1 + \frac{I'}{a'}\right)$$

sein, wo nun die Konstanten A' und a' vorerst als verschieden von den für das erste Licht gültigen anzusehen sind. Nach dem Satze für ein totalfarbenblindes Auge, daſs ich durch Änderung der Intensität irgend eines Lichtes von beliebiger Wellenlänge stets dieselbe Helligkeit erzielen kann, wie bei einem anderen vorgegebenen Lichte, womit ich also in diesem Systeme eine Lichtgleichung — der sonst übliche Ausdruck „Farbengleichungen" würde hier sinnstörend wirken — erhalte, wird es stets möglich sein, ein I'' des zweiten Lichtes zu finden, daſs

$$x = x' = A \cdot \log\left(1 + \frac{I}{a}\right) = A' \cdot \log\left(1 + \frac{I''}{a'}\right)$$

gemacht werden kann. Diese Gleichung muſs aber nach dem Satz der Erhaltung der Lichtgleichungen, der bekanntlich nur ein spezieller Fall des III. Grassmannschen Satzes ist, bestehen bleiben, wenn ich die Intensitäten beiderseits prozentuell um denselben Betrag ändere; also muſs für beliebige $\varkappa$

$$A \log\left(1 + \varkappa \frac{I}{a}\right) = A' \log\left(1 + \varkappa \frac{I''}{a'}\right)$$

bleiben.

Solche Lichtgleichungen lassen sich für je zwei beliebige Wellenlängen bilden und für jedes $\varkappa$ müssen sie erfüllt bleiben; daraus folgt notwendigerweise, daſs erstens

$$A = A'$$

sein muſs, d. h. daſs die Konstante A und damit nach dem § 3 des I. Abschnittes die Unterschiedsempfindlichkeit von der Wellenlänge unabhängig sein muſs; zweitens, daſs

$$\frac{I}{a} = \frac{I''}{a'}$$

sein muſs, d. h. daſs gleichen isogenen Empfindungen (Helligkeiten im totalfarbenblinden Systeme) gleiche Reizwerte ent-

sprechen. Wir nannten ja das Verhältnis von Intensität und Eigenlichtintensität a den Reizwert. Wir wollen nun für diese fundamentale Gröfse die Bezeichnung

$$\text{Reizwert} = \xi = \frac{I}{a}$$

einführen. Der obige Satz lautet also:

Wenn $x = x'$ ist, so mufs $\xi = \xi'$ sein.

Isogenen Lichtgleichungen entsprechen Reizwertgleichungen.

Da nun, wie die Erfahrung zeigt, die Verteilung der physikalischen Lichtenergie nicht mit der psychologischen im Spektrum übereinstimmt, indem ja schon die Maxima der beiden Energien nicht auf dieselbe Wellenlänge fallen, so sind wir zu der Annahme gezwungen, dafs der Reizwert eine Funktion der Wellenlänge ist. Wenn das a für alle Wellenlängen konstant wäre, so müfste ja doch die Reizwertkurve denselben Verlauf wie die Lichtenergie im Spektrum zeigen, was ja eben nicht der Fall ist. Um also die verschiedenen Helligkeiten im Spektrum zu erklären und gleichzeitig das Fechnersche Gesetz aufrecht zu halten, mufs a als Funktion der Wellenlänge angesehen werden. Nennen wir den reziproken Wert von a

$$\xi_o = \frac{1}{a} = \text{spezifischen Reizwert},$$

so definiert sich der Reizwert

$$\xi = \xi_o \cdot I$$

als das Produkt aus spezifischem Reizwert in die Lichtintensität. Oder der spezifische Reizwert ist gleich dem Reizwert der Intensitätseinheit. Die Wahl derselben steht uns frei, wir können für jede Wellenlänge eine willkürliche Intensitätseinheit festsetzen. Es dürfte sich empfehlen, die Intensitäten aller Wellenlängen im Sonnenspektrum der Einfachheit halber gleich Eins zu setzen.

Das Mischgesetz folgt aber auch, wie schon im § 3 des I. Abschnittes gezeigt wurde, aus dem III. Grassmannschen Gesetze. Es möge der dort gegebene Gedankengang mit den neu eingeführten Bezeichnungen hier wiederholt werden.

§ 3. Die Theorie der heterogenen Empfindungen.

Es sind zwei homogene Lichter von verschiedener Wellenlänge, den spezifischen Reizwerten ξ_o und ξ_o' und den Intensitäten I und I' vorgegeben und rufen die Helligkeiten x und x' hervor; es ist die Mischhelligkeit (x, x') zu finden. Ich erteile dem ersten Lichte eine solche Intensität I'', daſs es ebenso hell wie das zweite Licht erscheint; ich stelle also eine Lichtgleichung

$$x'' = x'$$

her, woraus die Gleichheit der Reizwerte

$$\xi'' = \xi'$$

folgt. Nach dem III. GRASSMANNschen Satze muſs es gleichgültig sein, ob ich das Paar x und x' mische oder das Paar x und x''. Also muſs nach der symbolischen Bezeichnung sein:

$$(x, x') = (x, x'').$$

Rechts steht die Mischungshelligkeit zweier Lichter von derselben Wellenlänge. In diesem Falle addieren sich nach einem physikalischen Prinzipe die Intensitäten; also

$$I_m = I + I''$$

und daher der Mischungsreizwert des rechten Paares

$$\xi_m = \xi_o I_m = \xi_o I + \xi_o I'' = \xi + \xi''.$$

Nach der Gleichung $\xi'' = \xi'$ ist aber weiter

$$\xi_m = \xi + \xi',$$

was also auch der Mischreizwert des linken Paares ebenfalls wegen der Lichtgleichung ist, woraus das Mischgesetz folgt

$$(x, x') = A \cdot \log \cdot (1 + \xi + \xi').$$

Dieser Beweis läſst sich für beliebig viele, z. B. $\varkappa$ homogene Lichter mit den Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots . \lambda_\varkappa$ ausdehnen, und da jedes Mischlicht aus homogenen Lichtern besteht, so gilt allgemein

$$(x_1, x_2, \ldots . x_\varkappa) = A \log (1 + \xi_1 + \xi_2 + \ldots . \xi_\varkappa) = A \log (1 + {}^\varkappa\Sigma \xi_\varkappa)$$

oder

$$\xi_m = {}^\varkappa\Sigma \xi_\varkappa,$$

dafs der Reizwert des Mischlichtes gleich der Summe der Reizwerte der Komponenten ist.

Liegen zwei Lichter vor, von denen das erste aus m homogenen Lichtern, das zweite aus n solchen besteht und denen die m Reizwerte $\xi_1, \xi_2, \ldots. \xi_m$, respektive n Reizwerte $\xi_1', \xi_2', \ldots. \xi_n'$ entsprechen, und stelle ich eine Lichtgleichung her, so mufs offenbar die Summe der Reizwerte des ersten Lichtes gleich der Summe der Reizwerte des zweiten sein, also:

$$\xi_1 + \xi_2 + \ldots. + \xi_m = \xi_1' + \xi_2' + \ldots. + \xi_n'$$

oder, wenn wir die spezifischen Reizwerte und die Intensitäten einführen:

$$\xi_{o_1} I_1 + \xi_{o_2} I_2 + \ldots. + \xi_{o_m} I_m = \xi_{o_1}' I_1' + \xi_{o_2}' I_2'' + \ldots. \xi_{o_n}' I_n'.$$

Verändern wir die Intensitäten beider Lichter im selben Mafse (das ist soviel, als wenn wir alle Intensitäten mit einer Gröfse k durchmultiplizieren), so bleibt offenbar die Lichtgleichung erhalten; denn es ist auch:

$$\xi_{o_1} \varkappa I_1 + \xi_{o_2} \varkappa I_2 + \ldots. + \xi_{o_m} \varkappa I_m = \xi_{o_1}' \varkappa I_1' + \xi_{o_2}' \varkappa I_2'' + \ldots. \xi_{o_n}' \varkappa I_n'.$$

Selbstverständlich eine notwendige Folge unserer Voraussetzung, dafs physiologisch Gleiches zu Gleichem gemischt, wieder Gleiches gibt; Intensitätssteigerungen kann ich ja als Mischung zweier gleichartiger Lichter betrachten.

Das Purkinje'sche Phänomen, das aussagt, dafs sich die Helligkeitsgleichheit zweier heterogener Lichter bei prozentuell gleicher Veränderung der Intensität ändert, kann unter den zugrunde gelegten Voraussetzungen im totalfarbenblinden System nicht bestehen, weil hier Helligkeitsgleichungen Lichtgleichungen sind; mithin Änderungen der Helligkeitsgleichungen dem Satze von der Erhaltung der Lichtgleichungen und damit wieder dem III. Grassmannschen widersprechen würden. Man kann natürlich die Mischhelligkeit x_m auch als Funktion der Komponentenhelligkeiten $x_1, x_2 \ldots. x_n$ ausdrücken. Nach der Grundgleichung ist

$$x = \mathrm{A} \cdot \log\,(1 + \xi)$$

oder, wenn wir zur Potenz übergehen und natürliche Logarithmen wählen,

$$\text{Reizwert} = \xi = e^{\frac{x}{A}} - 1;$$

also wird nach dem Mischgesetze

$$\xi_m = (e^{\frac{x_1}{A}} - 1) + (e^{\frac{x_2}{A}} - 1) + \ldots . (e^{\frac{x_\varkappa}{A}} - 1) = {}_\varkappa\sum(e^{\frac{x_\varkappa}{A}} - 1)$$

sein.

Wenn wir wieder zum Logarithmus übergehen, erhalten wir schliefslich die Mischhelligkeit x_m aus den Helligkeiten $x_\varkappa$ der Komponenten:

$$x_m = (x_1, x_2 \cdots x_\varkappa) = A \cdot \log \left[1 + {}_\varkappa\sum(e^{\frac{x_\varkappa}{A}} - 1)\right],$$

wo die Summe über alle Helligkeiten der homogenen Komponenten auszudehnen ist.

Führen wir statt der Helligkeiten der Komponenten ihre Intensitäten ein, so wird

$$x_m = A \log \left[1 + {}^\varkappa\sum \xi_{0_\varkappa} J_\varkappa\right] \cdot$$

Mit diesem letzten Satze ist das Wesentlichste, was die Theorie des totalfarbenblinden Systems verlangt, erledigt. Es ist nämlich immer die Helligkeit irgend eines Lichtes, dessen physikalische Beschaffenheit gegeben ist, in der psychologischen Skala der x angebbar, also die Gleichung $H = F\ (J_1, \lambda_1, J_2, \lambda_2, \ldots J_\varkappa, \lambda_\varkappa)$ aufgestellt, da ja die ξ_o Funktionen der λ sind. Es soll nun das Reizwertgesetz abgeleitet werden ohne Einführung des FECHNER'schen Gesetzes.

§ 4. Allgemeiner Beweis des Reizwertgesetzes.

Der Satz, dafs Gleiches zu Gleichem gemischt wieder Gleiches gibt, drückt sich symbolisch so aus: wenn

$$x_1 = x_3 \text{ und}$$
$$x_2 = x_4 \text{ ist, so mufs}$$
$$(x_1, x_2) = (x_3, x_4) \text{ sein, oder kürzer}$$
$$x_{(1\,2)} = x_{(3\,4)}.$$

Hieraus kann man schliefsen, dafs, wenn zwei Lichter mit den Helligkeiten x_1 und x_2 vorgegeben sind, stets

$$x_{(1\,2)} = f\ (x_1, x_2),$$

ist, wo die Funktion f nun als unbekannt anzusehen ist; oben war

sie durch die Einführung des Fechner'schen Gesetzes vollkommen definiert. Für ein zweites Lichterpaar, das gemischt wird, wird ebenso

$$x_{(3\,4)} = f\,(x_3,\, x_4)$$

sein. Mischen wir nun das Mischlichterpaar $x_{(1\,2)}$ und $x_{(3\,4)}$ auch noch zusammen, so mufs wieder

$$x_{(1\,2)\,(3\,4)} = f\,(x_{(1\,2)},\, x_{(3\,4)})$$

oder nach den früheren Gleichungen

$$x_{(1\,2)\,(3\,4)} = f\,[f\,(x_1,\, x_2),\, f\,(x_3,\, x_4)]$$

sein. Ein evidenter Satz ist, dafs das Mischresultat weder von der Reihenfolge noch von der Art der Zusammenfassung abhängen darf; ich hätte ebensogut zuerst das Lichterpaar x_1 und x_3, dann x_2 und x_4 zu $x_{(1\,3)}$ und $x_{(2\,4)}$ mischen können und mufs nun, wenn ich das Mischlichterpaar $x_{(1\,3)}$ und $x_{(2\,4)}$ mische, ein Mischlicht $x_{(1\,3)\,(2\,4)}$ erhalten, das dem $x_{(1\,2)\,(3\,4)}$ vollkommen gleich ist; also wird allgemein

$$x_{(1\,2)\,(3\,4)} = x_{(1\,3)\,(2\,4)} = x_{(1\,4)\,(2\,3)}$$

oder

$$f\,[f\,(x_1,\, x_2),\, f\,(x_3,\, x_4)] = f\,[f\,(x_1,\, x_3),\, f\,(x_2,\, x_4)] = f\,[f\,(x_1,\, x_4),\, f\,(x_2,\, x_3)],$$

was eine sogenannte Funktiongleichung ist, deren Bestehen notwendig erheischt, dafs

$$F\,(x_1,\, x_2,\, x_3,\, x_4) = F\,(x_1) + F\,(x_2) + F\,(x_3) + F\,(x_4)$$

sein mufs, wo F eine neue unbekannte Funktion vorstellt. Den Beweis dieses Satzes, den ich befreundeter Seite verdanke, kann ich um so mehr hier unterdrücken als er sich aus einem „Parametersatze" ergibt, den Sophus Lie in seinen Vorlesungen über Transformationsgruppen anführt. Unter der Annahme, dafs, wenn zwei Helligkeiten vorgegeben sind, die Mischhelligkeit blofs eine Funktion dieser Komponenten ist, ferner, dafs das Mischresultat von der Reihenfolge und Zusammenfassung der zu mischenden Lichter unabhängig ist, ergibt sich, dafs es stets eine Funktion jeder einzelnen Helligkeit gibt, die bei der Mischung additive Eigenschaften besitzt.[1])

---

[1] Ich möchte hier gleich auf die Allgemeinheit dieses Satzes, der zahlreiche Anwendungen im physikalischen Gebiete zuläfst, hinweisen.

Nun soll gezeigt werden, daſs diese Funktion F

$$F = \xi_o \cdot I$$

ist, also proportional der Intensität sein muſs, wo ξ_o bloſs von der Wellenlänge, nicht aber von der Intensität I abhängt. Ohne der Allgemeinheit zu schaden, kann ich für die obigen x isogene Helligkeiten annehmen, die also homogenen Lichtern entsprechen, dann ist jedes x und hiermit auch $F(x)$ bloſs eine Funktion der Wellenlänge und ihrer Intensität. Es wird also sein:

$$F(x_1) = \Phi(\lambda_1, I_1),\ F(x_2) = \Phi(\lambda_2, I_2) \text{ u. s. w.}$$

Die obige Summe wird hiermit

$$F(x_1) + F(x_2) + F(x_3) + F(x_4)$$
$$= \Phi(\lambda_1, I_1) + \Phi(\lambda_2, I_2) + \Phi(\lambda_3, I_3) + \Phi(\lambda_4, I_4).$$

Wirken nun lauter homogene Lichter ($\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4$) von derselben Wellenlänge, so addieren sich nach einem p h y s i - k a l i s c h e n Grundgesetze die Intensitäten, es wird daher

$$\Phi(\lambda_1, I_1) + \Phi(\lambda_1, I_2) + \Phi(\lambda_1, I_3) + \Phi(\lambda_1, I_4)$$
$$= \Phi(\lambda_1, I_1 + I_2 + I_3 + I_4),$$

welche Gleichung nun für beliebige Wahl der Intensitäten der einzelnen nun untereinander gleichartigen Lichter gilt und wieder eine Funktionalgleichung darstellt, die höchst einfach ist und erfordert, daſs

$$\Phi(\lambda, I) = \xi_o I = F(x)$$

sein muſs. Nennen wir nun das Produkt $\xi_o \cdot I$ den Reizwert, ξ_o den spezifischen Reizwert und bemerken, daſs für jede Wellenlänge sich dieselbe Betrachtung anstellen läſst, so ersieht man aus der Gleichung, daſs der Reizwert des Mischlichtes gleich der Summe der Reizwerte der homogenen Komponenten ist, womit der obige Reizwertsatz auch o h n e H e r a n z i e h u n g d e s Fechner's c h e n G e s e t z e s b e w i e s e n i s t. Gehen wir nochmals die Voraussetzungen durch:

1. Es existiert ein Mischgesetz; d. h. wenn

$$x_1 = x_3$$
$$x_2 = x_4 \text{ ist, auch}$$
$$(x_1, x_2) = (x_3, x_4)$$

sein muſs, was ein anderer Ausdruck des III. Grassmannschen Satzes ist, mögen auch die x_1, und x_3 oder x_2 und x_4 durch

verschiedene Wellenlängen hervorgerufen sein, also physikalisch verschieden sein,

2. das Mischresultat ist von der Reihenfolge und Zusammenfassung der Komponenten unabhängig,

3. bei der Mischung zweier Lichter derselben Wellenlänge addieren sich die Intensitäten,

so ersehen wir, daſs die erste Voraussetzung ein nahe erfüllter Erfahrungssatz auf psychophysischem Gebiete ist, indem er sich sogar als nahe gültig für den Kontrast und die Ermüdungs- und Adaptationszustände erwiesen hat. Die zweite Voraussetzung erscheint evident, die dritte ist eine rein physikalische und zwar einwurfsfreie.

Der Satz, daſs es eine Funktion, den Reizwert, geben muſs, der ein Produkt aus einer Funktion der Wellenlänge, dem spezifischen Reizwerte, und der Intensität ist, und daſs sich bei Mischungen diese Funktionen addieren, ist selbstverständlich fundamental und wurde schon von Helmholtz und Hering erkannt. Helmholtz nennt den Reizwert Stärke der „Erregungen", Hering „Valenz", den spezifischen Reizwert die „spezifische Valenz". Ich habe den Ausdruck „Reizwert" im Anschlusse an die Terminologie Fechner's mir einzuführen erlaubt, indem er gewiſs auch recht bezeichnend ist.

§ 5. Die Störungen der Theorie.

Die Empfindungsgröſse x oder der Helligkeitseindruck z. B. eines Flächenelementes kann aber auch ein anderer werden, ohne daſs die Intensität geändert wird z. B. durch Kontrast, oder Änderungen des Adaptationszustandes; wir werden daraus schlieſsen, daſs die Konstante A, die nahe die Unterschiedsempfindlichkeit ist, und $\frac{1}{a} = \xi_o$ der spezifische Reizwert sekundären Änderungen unterworfen sein müssen. In der Tat ändert sich die Unterschiedsempfindlichkeit nicht nur bei extremen Werten der Intensitäten, sondern auch mit der Aufmerksamkeit und Übung, beides psychische Tätigkeiten; während die Unterschiedsempfindlichkeit ungeändert, sogar sehr herabgesetzt sein kann, können die Eindrücke sehr stark werden z. B. bei starker Dunkeladaptation (Mondlichtflecken auf einer dunklen weiſsen Wand). Im letzteren Falle müssen wir die Veränderung von x

(Helligkeit) bei Aufrechterhaltung des FECHNERschen Gesetzes auf Änderungen des Reizwertes schieben. Die sogenannte Erregbarkeit wird daher naheliegend proportional der Gröfse des spezifischen Reizwertes gesetzt werden können. Je gröfser die spezifischen Reizwerte sind, um so gröfser ist die Erregbarkeit. Darin liegt also die Hauptwirkung der Adaptation, wenn nicht die ganze, dafs sie die Gröfse der spezifischen Reizwerte verändert. Sie scheint in zweiter Linie auch die Unterschiedsempfindlichkeit, die Konstante A, zu beeinflussen und gibt Anlafs zu den wiederholt konstatierten Abweichungen vom WEBERschen Gesetze. Dieselbe Intensität wird bei gröfseren Reizwerten (bei Dunkeladaptation) heller empfunden, ohne dafs die Unterschiedsempfindlichkeit [das ist die Konstante A] sich wesentlich geändert hat. Wir gelangen also zu der Annahme, dafs die spezifischen Reizwerte (optischen Valenzen) keineswegs eine Konstanz zeigen und sehr von der Stimmung des Auges abhängen. Man wird daher bei psychophysischen Mafsbestimmungen sehr auf die Konstanz des Adaptationszustandes achten müssen, also nicht auf zu grofse Werte der Intensität bei Dunkeladaptation und nicht auf zu geringe bei dem Zustande, in dem sich das Auge bei diffusem Tageslichte im Zimmer befindet.

Die schon oben berührte Tatsache, dafs weder durch Kontrast- noch durch Ermüdungs- noch durch Adaptationshelligkeiten das Gesetz der Erhaltung der Lichtgleichungen beträchtlich gestört wird, führt uns nun zu folgenden Schlüssen. Wenn durch diese sekundären Prozesse die spezifischen Reizwerte und damit natürlich die Reizwerte selbst, geändert werden, die Lichtgleichung zwischen zwei Lichtern aber trotzdem erhalten bleiben soll [was gleich erschienen ist, bleibt unter allen Umständen, auch bei der Wirkung der sekundären Prozesse, gleich], so müssen sich die spezifischen Reizwerte der einzelnen homogenen Lichter, aus denen die Lichter der Lichtgleichungen bestehen, alle links und rechts von der Gleichung im selben Verhältnisse ändern; wenn also zwischen zwei Mischlichtern x und x', deren jedes aus homogenen Lichtern mit den Reizwerten $\xi_1, \xi_2, \ldots$, respektive $\xi_1', \xi_2', \ldots$ besteht, eine Gleichung $x = x'$ hergestellt wird, so sind die Mischreizwerte auch gleich oder:

$$\xi_1 + \xi_2 + \ldots = \xi_1' + \xi_2' + \ldots$$

und, wenn wir die spezifischen Reizwerte und Intensitäten einführen:

$$\xi_{o_1} I_1 + \xi_{o_2} I_2 + \ldots . = \xi_{o_1}' I_1' + \xi_{o_2}' I_2' + \ldots . .$$

Für einen anderen Adaptationszustand mufs diese Reizwertgleichung nahe erhalten bleiben, das kann nur sein, wenn jetzt die spezifischen Reizwerte nahe dieselben bleiben oder aber auch alle mit dem Faktor $\varkappa$ z. B. durchmultipliziert werden. So bleibt also allgemein:

$$[\varkappa\ \xi_{o_1}] I_1 + [\varkappa\ \xi_{o_2}] I_2 + \ldots . = [\varkappa\ \xi_{o_1}'] I_1' + [\varkappa\ \xi_{o_2}'] I_2' + \ldots .,$$

wo nun die eingeklammerten Gröfsen die neuen veränderten spezifischen Reizwerte darstellen.

Durch die sekundären Prozesse (Kontrast, Ermüdung, Adaptationsstörungen) ändern sich die spezifischen Reizwerte im selben Verhältnisse.

Der simultane Kontrast und die lokale Adaptation werden von lokalen Veränderungen der spezifischen Reizwerte auf der Netzhaut begleitet sein, jedoch so, dafs für die gleich gereizten Stellen alle Reizwerte wieder nahe im gleichen Verhältnisse geändert werden.

Die abgeleiteten Sätze gelten nur für eine Elementarempfindung, wo das Empfindungsgebiet ein eindimensionales ist; nachdem wir die höheren Systeme, das partiell farbenblinde und normale, auf das Zusammenwirken zweier und dreier Elementarempfindungen zurückführen, werden die Sätze für jede einzelne und auch das, was wir über die sekundären Prozesse gesagt haben, gelten; so wird auch der Farbenkontrast sich naturgemäfs aus dem Helligkeitskontrast ableiten lassen, indem er nur auf dem Kontrastgesetze für die Elementarhelligkeiten beruht.

Es erübrigt nun, das total farbenblinde System auch unabhängig von jeder Theorie durch Heranziehung des Experimentes zu bearbeiten und die Theorie zu prüfen; hierzu ist aber die Darlegung von Untersuchungsmethoden und Begriffen unerläfslich vor allen, wenn wir zu den höheren Systemen aufsteigen. Wenn es auch in Anbetracht der Seltenheit totalfarbenblinder Augen kaum möglich sein dürfte, die angegebenen Wege zu beschreiten, so will ich doch die Arbeit genau durchführen, weil die Durcharbeitung dieses Systems ungemein klärend wirkt. Ihr habe ich es zu danken, dafs ich mir über die Begriffe Hellig-

keit-Intensität, Sättigung-Mischung, Farbe-Wellenlänge klar geworden bin. Gerade hier lernt man das psychische Gebiet strenge vom physikalischen scheiden; durch nicht strenge Auseinanderhaltung dieser Begriffe sind ja die Verwirrungen, die sich bei GRASSMANN im Wesentlichen, bei HELMHOLTZ jedoch nur im Formellen finden und die HERING mit Recht so beklagt, entstanden.

§ 6. Das rein psychische Empfindungsgebiet.

Die Helligkeitseindrücke, die das total farbenblinde Auge von der Aufsenwelt erhält, in ihrer Gesamtheit füllen das Gebiet seiner Gesichtsempfindungen vollständig aus. Um diese Eindrücke zu ordnen, wird man eine Helligkeitsskala anlegen. Man wird irgend ein Licht, wohl am besten ein homogenes, u. zw. da am zweckmäfsigsten ein Wellenlängengebiet in der Umgebung der *E*-Linie wählen. Nachdem das Auge konstante Adaptation hat, wird man die Intensität von ihrem unteren Reizschwellenwert etwa auf das zweitausendfache dieses Wertes steigern, wobei wohl noch keine merklichen Adaptationsstörungen stattfinden. Diese beiden Werte erzeugen ein Helligkeitsintervall, das nun passend durch fortgesetzte Teilung unter möglichster Vermeidung des Kontrasteinflusses in gleiche Helligkeitsintervalle geteilt wird. Ein Intervall von bestimmter Gröfse wird man als Helligkeitseinheit betrachten. Auch da wird es sich empfehlen, eine Vereinbarung zu treffen; es dürfte sich die Einführung einer Sterngröfse als Helligkeitseinheit empfehlen, d. i. der Helligkeitsunterschied, den das Intensitätsverhältnis 2 · 512 erzeugt, bei einer gewissen Normalintensität, die sich photometrisch immer genau herstellen läfst, und bei bester Dunkeladaptation. Als Normalintensität könnte die KÖNIGsche genommen werden. (KÖNIG-BRODHUN, *Sitzungsberichte*, Berlin, S. 917; 1888 oder KÖNIG, gesammelte Abh., S. 120.) Die Sterngröfse als Einheit zu nehmen, rechtfertigt sich dadurch, dafs dieses Helligkeitsintervall fast 2000 Jahre in Gebrauch steht und nicht aus äufserlichen Motiven gewählt wurde. Denn die sichtbaren Sterne wurden seit jeher (seit PTOLEMÄUS) in sechs Klassen eingeteilt, eine Zahl, die offenbar einen ganz willkürlichen und keinen mystischen Charakter besitzt; sie hat sich eben durch den blofsen Helligkeitseindruck von selbst ergeben und das spricht für ihren psychischen Wert.

Ihr Helligkeitsunterschied ist nicht zu grofs, dafs das Urteil unsicher wird, andererseits wieder nicht so klein, dafs Störungen in der Empfindlichkeit des Auges auf sie einen Einflufs gewinnen. Nur so kann es sich erklären, dafs die Sternhelligkeitsschätzungen einen solchen Genauigkeitsgrad erlangen. Nicht etwa, dafs die Schätzungen durch den Vergleich mit Fundamentalsternen gewonnen wurden, sondern rein aus dem Gedächtnis für den Helligkeitseindruck. Das gröfste Helligkeitsverzeichnis, das wir in der „Bonner Durchmusterung" besitzen und, das über 300000 Sterne enthält, wurde nur so erhalten, dafs die Beobachter einen Blick in das Fernrohr warfen und gleich die Sterngröfse in Zehntelgrade (d. i. etwa 10 % in der Intensität) angaben ohne auf bereits geschätzte Sterne zu rekurrieren. Trotzdem hat sich nur ein mittlerer Fehler von 0·2 Sterngröfsen also von etwa 20 % in der Intensität ergeben; diese Schätzungen umfassen ein Helligkeitsintervall von über 9 Gröfsenklassen, was einem Intensitätsverhältnis von 1 : 6000 entspricht. Hier liegt also eine Helligkeitsskala im gröfsten Mafsstabe vor, die ohne Herbeiziehung von Intensitätsmessungen, also physikalischen Messungen, nur rein psychologisch gewonnen wurde. Das Sicherheitsgefühl der Gröfsenangaben war seit jeher so grofs, dafs die Astronomen lange nicht das Bedürfnis für ein Photometer empfanden. Erst am Anfange des vorigen Jahrhunderts begann Herschel einmal nachzusehen, was denn zwischen den Helligkeiten (Sterngröfsen) und Lichtintensitäten für eine Beziehung bestehe, eine Beziehung, die bekanntlich erst Fechner durch seine Mafsformel aufgedeckt hat.

Mit diesem Normalintervall kann ich nun die Teilung bis in die Zehntel seiner Gröfse leicht weitertreiben und, da man am besten mit Flächenhelligkeiten arbeitet — nicht mit Punkthelligkeiten wie bei den Sternen — noch unschwer bis auf fünf Hundertstel, was 5 % in der Intensität wären. Schliefslich wird man aber bis zu einer Grenze gelangen, wo die Helligkeitsunterschiede eben noch merklich sind — der Astronom bezeichnet ihn als „Stufenwert", der im Durchschnitte in der Stellarphotometrie auf etwa 0·1 Gröfsenklassen zu veranschlagen ist und hier deshalb so grofs ist (10 % in der Intensität), weil die Schätzung der Helligkeit punktförmiger Lichtquellen, die noch dazu durch die Luftunruhe, unbequeme Lage der Blickrichtung und viele andere störende Momente beeinflufst wird, wesentlich ungenauer

ist —. Dieser eben noch merkliche Helligkeitsunterschied wird in der Skala durch eine Strecke dargestellt sein, die für die gesamte Theorie der Gesichtsempfindungen eine hohe Bedeutung besitzt, und die „Schwellenstrecke" heifsen möge. Ihr dürfte bei mittleren Intensitäten eine Intensitätsänderung von etwas über 1 % entsprechen. Um nun die Skala mir stets wieder ins Gedächtnis rufen zu können, wird man zu einigen Helligkeiten die zugehörige Intensität notieren, so dafs ich stets in der Lage bin, die Skala zu fixieren und zu kontrollieren.

Die Heranziehung der physikalischen Messungen ist hier im rein psychologischen Gebiete eigentlich unwesentlich und dient nur zur Kontrolle und genaueren Registrierung unserer Empfindungen. Sie ist eigentlich prinzipiell ebenso unnötig, wie sie es lange Zeit bei der Schätzung der Sterngröfsen war.

Bezeichnen wir die Gröfse der Schwellenstrecke mit ΔE, so gestattet sie uns den rein psychologischen Begriff, den der „Helligkeitsunterschiedsempfindlichkeit" (H. U. E.), durch ihren reziproken Wert zu definieren, also

$$(\text{H. U. E.}) = \frac{1}{\Delta E} = \text{Helligkeitsunterschiedsempfindlichkeit},$$

die von der später auftretenden Intensitätsunterschiedsempfindlichkeit wohl zu unterscheiden ist. Dieser letztere Begriff stellt eine Beziehung zwischen dem psychologischen und physikalischen Gebiete auf und leitet uns nun dazu über, den Zusammenhang dieser beiden Gebiete für das total farbenblinde System zu besprechen.

§ 7. Die Abhängigkeit der isogenen Empfindungen von der Intensität.

Hat man in der eben angegebenen Weise eine Helligkeitsskala auf rein psychisches Mafs gegründet und zu jeder Helligkeit die entsprechende Intensität dazu geschrieben, so hat man natürlich damit sofort den Zusammenhang von Helligkeit und Intensität. Stellen wir ihn durch eine Kurve dar — die man als die Intensitätskurve der isogenen Empfindungen bezeichnen kann —, so wählen wir am zweckmäfsigsten als Abszisse die Intensität, als Ordinate die Helligkeit. Auf letzterer tragen wir unsere Skala auf. Die Kurve wird zweifellos sehr

nahe das logarithmische Gesetz befolgen und sich in der Form

$$x = A \log_{\text{nat}} (1 + \xi_0 \, I)$$

darstellen lassen, wo nun A und ξ_0 sich aus den gesamten Gleichungen ermitteln lassen werden. Als Normalwellenlängenlicht wählten wir die Umgebung der E Linie. Der so bestimmte Reizwert wird, wenn wir bei Dunkeladaptation gearbeitet haben, den Normalreizwert darstellen. Haben wir zwei Helligkeitsskalen für Dunkel- und Helladaptation hergestellt, so werden wir zwei Intensitätskurven und hiermit zwei spezifische Reizwerte erhalten, welch letztere das Mafs für die Erregbarkeit in beiden Adaptationen abgeben.

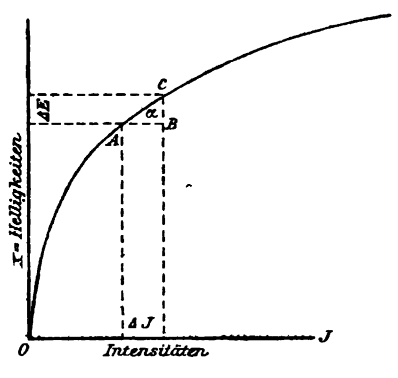


Fig. 1.

Aus der Intensitätskurve wird man unmittelbar die absolute Intensitätsunterschiedsempfindlichkeit (a. I. U. E.) ablesen können. Sei durch die Strecke ΔE auf der Helligkeitsachse x die Schwellenstrecke angegeben, die entlang der ganzen x-Achse natürlich denselben Wert besitzen mufs, wenn die geometrische Darstellung des Empfindungsgebietes vernünftig ist, was nur der Fall ist, wenn Empfindungsgleiches durch geometrisch Gleiches und Unterschiedsgleiches durch Streckengleiches dargestellt ist, so entspricht ihr ein gewisser Intensitätszuwachs ΔI, der, wie die Kurve zeigt, eben hinreicht, um die Empfindungsänderung merklich zu machen. (Fig. 1.) Heifst der Winkel, den die Kurve im Punkte A mit der Abszissenachse macht, α, so wird aus dem kleinen Dreiecke ABC folgen:

$$BC = \Delta E = \operatorname{tg} \alpha \cdot AB = \operatorname{tg} \alpha \cdot \Delta I.$$

Nun ist tg α der Differentialquotient (das Gefälle) im Punkte A, also

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\partial x}{\partial J}$$

Die (a. I. U. E.) wird nun offenbar durch den reziproken Wert von ΔI gemessen, es wird daher

$$(\text{a. I. U. E.}) = \frac{1}{\Delta I} = \frac{1}{\Delta E}\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\Delta E}\cdot\frac{\partial x}{\partial I} = \text{abs. Intensitäts-unterschiedsempfindlichkeit}$$

und direkt durch den partiellen Differentialquotienten der Helligkeit nach der Intensität gemessen oder geometrisch durch die Tangente des Neigungswinkels der Kurve. Ich schreibe den partiellen Differentialquotienten, weil ja die Helligkeit x auch eine Funktion der Wellenlänge ist, die Differentiation hier aber nur nach der Intensität I erfolgen darf. Dort, wo die Kurve am raschesten steigt, wird auch die gröfste (a. I. U. E.) herrschen.

Unter relativer I. U. E. wird man offenbar

$$(\text{r. I. U. E.}) = \frac{I}{\Delta I} = \frac{I}{\Delta E}\cdot\frac{\partial x}{\partial J} = \text{rel. Intensitätsunterschiedsempfindlichkeit}$$

verstehen, indem als Mafs der reziproke Wert der prozentuellen Intensitätssteigerung anzusehen ist, welchen man ja bekanntlich relative Unterschiedsschwelle nennt.

Führen wir das Fechnersche Gesetz in der von uns bisher gebrauchten Art ein, so wird

$$\frac{\partial x}{\partial I} = A\,\frac{1}{1+\xi}\,\frac{\partial\xi}{\partial I} = A\,\frac{\xi_0}{1+\xi} = A\,\frac{\xi_0}{1+\xi_0 I}$$

und daher

$$(\text{a. I. U. E.}) = \frac{A}{\Delta E}\cdot\frac{\xi_0}{1+\xi_0 I}$$

und

$$(\text{r. I. U. E.}) = \frac{A}{\Delta E}\cdot\frac{\xi_0 I}{1+\xi_0 I} = \frac{A}{\Delta E}\,\frac{\xi}{1+\xi}\,.$$

Da nach dem Weberschen Gesetze $\frac{\Delta I}{I}$ konstant sein soll, so mufs auch die (r. I. U. E.) konstant bleiben, das ist wie die Formel zeigt, nur dann der Fall, wenn die Intensitäten so grofs werden, dafs

der Einser vernachlässigt werden kann. Solche Intensitäten wollen wir „normale“ nennen. Diese Vernachlässigung darf strenge dann eintreten, wenn $\xi = \xi_0 I > 100$ ist, weil wir dann nur einen 1%igen Fehler begehen, der tatsächlich unmerklich ist. Für normale Intensitäten gilt also das WEBERsche Gesetz streng. Es wird nämlich dann

$$(\text{r. I. U. E.}) = \frac{A}{\varDelta E} \text{ (für normale Intensitäten).}$$

Sobald aber $\xi < 100$ wird, beginnt der Einser einen merkbaren Einfluſs zu gewinnen und schlieſslich einen überwiegenden, so daſs man in der Reihe

$$\log\text{nat}\,(1 + \xi) = \xi - \tfrac{1}{2}\xi^2 + \tfrac{1}{3}\xi^3 - \ldots = \xi\,(1 - \tfrac{1}{2}\xi) + \tfrac{1}{3}\xi^3 - \ldots$$

bereits das quadratische Glied strenge weglassen darf; das ist der Fall, wenn $\frac{1}{2}\xi < 0 \cdot 01$ oder $\xi_0 I < 0 \cdot 02$ ist, da dann wieder nur 1% des Reizwertes vernachlässigt wird. Diese Intensitäten, die also in das Bereich

$$100 > \xi_0 I > 0 \cdot 02$$

eingeschlossen sind, mögen „kritische“ heiſsen. Sobald die Intensitäten noch weiter sinken, also in das Bereich

$$0 \cdot 02 > \xi_0 I > 0$$

fallen, haben wir die „Dämmerungsintensitäten“. Für diese ist

$$x = A\xi, \quad \frac{\partial x}{\partial I} = A \frac{\partial \xi}{\partial I} = A\xi_0$$

und daher

$$(\text{a. I. U. E.}) = \frac{A}{\varDelta E}\,\xi_0$$

und

$$(\text{r. I. U. E.}) = \frac{A}{\varDelta E} \cdot \xi_0 J = \frac{A}{\varDelta E} \cdot \xi$$

(für Dämmerungsintensitäten).

Diese Intensitäten liegen offenbar äuſserst nahe der unteren Reizschwelle und ihre Untersuchung wird wohl sehr unsicher werden.

Die Unterschiedsempfindlichkeiten für Intensitäten geben auch ein Mittel an die Hand, experimentell die Intensitätskurven zu ermitteln; denn sie liefern Werte für das Gefälle (Richtung

der Kurve) in jedem Punkte unabhängig von jedem speziellen, also z. B. vom FECHNERschen Gesetze. Gehe ich von einer bestimmten Helligkeit und Intensität aus und bestimme ich die

(a. I. U. E.) $= \frac{1}{\Delta E} \cdot \frac{\partial x}{\partial I} = \frac{1}{\Delta E} \operatorname{tg}\alpha$, so kann ich ja von Punkt

zu Punkt α den Neigungswinkel der Kurve und hiermit den Kurvenzug erhalten. Bei dem totalfarbenblinden System wird jedoch dieser Weg sich nicht empfehlen, da eben die Elementarempfindung hier direkt bewufst wird und einfacher und genauer direkt in einer Skala festgelegt werden kann, die mir ja, wie oben gezeigt, unmittelbar die Intensitätskurve zu konstruieren gestattet.

Die Intensitätskurven für andere Wellenlängen müssen nach dem Satze der Erhaltung der Lichtgleichungen genau dieselbe Form haben. Stellen wir die Lichtgleichung für zwei Wellenlängen im Punkte A her, so müssen sich für beide die Kurven völlig decken. Wählen wir als Intensitätseinheiten für die verschiedenen Wellenlängen die Intensitäten des Sonnenspektrums, so werden die Intensitätskurven gegeneinander verschoben zu zeichnen sein, jedoch so, dafs sie durch Verschieben parallel der x-Achse und I-Achse immer zur Deckung gebracht werden können. Sollte dies nicht genau stattfinden, so müfste man auf Einflüsse schliefsen, die das Gesetz der Erhaltung der Lichtgleichungen stören (Fehler im Spektralapparate, Adaptationsstörungen, die die Konstanz der Reizwerte und zum Teil deren gegenwärtige Verhältnisse stören.

§ 8. Die Abhängigkeit der isogenen Empfindungen von der Wellenlänge.

Stellen wir mit einem Spektralapparate ein Spektrum her, so sieht das totalfarbenblinde Auge ein Band von verschiedener Helligkeit. Es kann dann diese Helligkeiten in seine Skala einordnen, so dafs jeder Wellenlänge eine bestimmte Helligkeit entspricht. Man wird sich diese Abhängigkeit von der Wellenlänge wieder in einer Kurve, welche die Wellenlängenkurve der isogenen Empfindungen gültig für das Versuchsspektrum heifsen soll, anschaulich machen und als Ordinate wieder die Helligkeitsskala, als Abszisse die Wellenlängen wählen. Diese

Kurve hat aber keinen allgemeinen Wert, wenn man nicht die Umrechnung auf die Intensitäten des Sonnenspektrums macht. Das kann nicht durch allgemein gültige Tabellen gemacht werden, sondern jeder Spektralapparat mufs genau geaicht werden. Die Dispersionsverhältnisse und vor allen die Absorptionskoeffizienten der Prismen für verschiedene Wellenlängen sind derartig verschieden, nämlich von der Glassorte abhängig, dafs für jeden Apparat, wenn nicht eigene Normalgläser und Normalspektralapparate verwendet würden, die Lichtschwächung für die verschiedenen Spektralgebiete ermittelt werden mufs. Auch wenn man Diffraktionsgitter zur Erzeugung der Spektren verwendet, ist man vom Metall des Gitters, das immer auswählendes Reflektionsvermögen aufweist, abhängig, wiewohl die Aichung wegen der gleichmäfsigen Dispersion sich einfacher gestalten wird. Auch wird auf den Sonnenstand zu achten sein, der auf das Spektrum wesentlichen Einflufs gewinnt, wenn die Sonne schon tief steht, weil dann die Athmosphäre die kürzeren Wellenlängen sehr stark, die längeren viel schwächer absorbiert (die Sonne rötlich erscheint). Man wird daher den Sonnenstand notieren und zwar bei möglichst hohem die Aichung vornehmen. Bei dieser müssen also alle im Strahlengang befindlichen Medien mitgenommen werden, wie z. B. der Heliostat, die gesamten Mittel des Spektralapparates bis nach dem Austritte aus dem Okulare. Hat man so die Lichtverluste für verschiedene Wellenlängen bestimmt, so kann ich die Intensitäten des Versuchsspektrums auf die wahren des Sonnenspektrums umrechnen und mit den Intensitätskurven des vorigen Paragraphen die wahren Wellenlängenkurven gültig für das Sonnenspektrum erhalten. Diese sind dann von allgemeiner Bedeutung und streng vergleichbar mit Resultaten, die an anderen Orten angestellt wurden. Es wird sich empfehlen, diese Wellenkurven wieder für zwei Adaptationszustände zu konstruieren; würde sich das Gesetz der Erhaltung der Lichtgleichungen auch für verschiedene Adaptationszustände g e n a u bewähren, so würde die Überführung der einen Wellenkurve in die andere dadurch stattfinden können, dafs man alle Intensitäten der einen proportional ändert (S. 334). Bis jetzt sind diese Kurven, die den direkten Zusammenhang der Empfindung (Helligkeit) mit den Wellenlängen ergeben, meines Wissens noch nicht konstruiert worden; sie ergeben sich jedoch leicht aus den schon im wesentlichen festgelegten Wellenlängen-

kurven der Reizwerte des totalfarbenblinden Auges. Da Lichtgleichungen Reizwertgleichungen nach sich ziehen und das totalfarbenblinde Auge durch Intensitätsänderungen z. B. des Normallichtes (*E*-Linie) stets Lichtgleichungen zwischen diesem und einem Lichte anderer Wellenlänge im Versuchsspektrum herstellen kann, so gewinne ich nun Reizwertgleichungen zwischen dem Normallichte und allen anderen Wellenlängen:

Reizwerte des Normallichtes.		Reizwerte der anderen Wellenlängen des Versuchsspektrums.
$\xi_o\, I_1$	$=$	$\xi_{o_1}\, I_1'$
$\xi_o\, I_2$	$=$	$\xi_{o_2}\, I_2'$
$\vdots$		$\vdots$
$\xi_o\, I_x$	$=$	$\xi_{o_x}\, I_x'$.

So erhalte ich also alle Reizwerte ausgedrückt in Normaleinheiten bezogen auf die Intensitäten des Versuchsspektrums. Reduziere ich letztere wieder auf das Sonnenspektrum, in dem wir ja alle Intensitäten der Einheit gleichsetzen, so erhalten wir unmittelbar dann die spezifischen Reizwerte gültig für Dunkel- oder Helladaptation ausgedrückt in Einheiten des spezifischen Normalreizwertes der *E*-Linie und können diese wieder in einer Kurve darstellen. Das ist ja seit jeher das übliche Verfahren gewesen, um diese Wellenlängenkurven der Reizwerte zu erhalten. Sie geben also keineswegs das Bild von dem Verlaufe der Helligkeiten, sondern man mufs erst, wenn mit normalen Intensitäten gearbeitet worden ist, den Logarithmus jeder Ordinate (des Reizwertes) nehmen, um die Helligkeiten zu erhalten. Die Wellenlängenkurve der Helligkeiten wird daher in der Nähe des Maximums flacher als die der Reizwerte verlaufen. Da sich nun die Bestimmung der Reizwerte durch Lichtgleichungen so genau und einfach gestaltet, wird der beste Weg zur Konstruktion der Wellenlängenkurven der Helligkeiten erst durch die Ermittlung der Kurve der Reizwerte gegeben sein, ein Weg, der jedoch schon zwei Hypothesen voraussetzt, erstens, dafs Lichtgleichungen Reizwertgleichungen bedingen, zweitens, dafs der III. Grassmannsche Satz erfüllt ist.

Ein weiteres Untersuchungsmittel der Gestalt der Wellenlängenkurven der Empfindungen bietet die Empfindlichkeit für

Wellenlängenunterschiede (W. U. E.) = Wellenlängenunterschiedsempfindlichkeit) dar. Man kann zwei Spektren aneinander stofsen lassen, so dafs sie übereinanderliegen. Beide haben natürlich genau dieselbe Energieverteilung. Der Totalfarbenblinde hat nun ein Spektrum so zu verschieben, dafs er auf Wellenlängengleichheit mit dem anderen Spektrum einzustellen hat. Der reziproke Wert des mittleren Fehlers $\varDelta\lambda$ der Einstellung wird ein Mafs für die (W. U. E.) geben; es wird daher

$$\text{Wellenlängenunterschiedsempfindlichkeit} = (\text{W. U. E.}) = \frac{1}{\varDelta\lambda}$$

sein. Es ist nun leicht, aus der obigen Wellenlängenkurve der Empfindungen den Betrag der Verschiebung $\varDelta\lambda$ zu bestimmen,

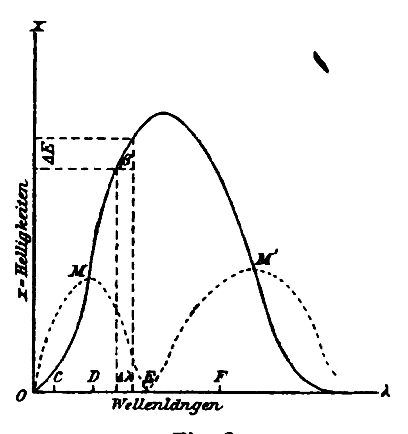


Fig. 2.

der dem totalfarbenblinden Auge ebenmerklich wird (Fig. 2). Ist $\varDelta E$ wieder die Schwellenstrecke, so fragt sich, wie grofs mufs ich den Zuwachs $\varDelta\lambda$ wählen, dafs

$$\varDelta E = \operatorname{tg}\beta \cdot \varDelta\lambda = \frac{\partial x}{\partial\lambda} \cdot \varDelta\lambda$$

wird, wo nun der partielle Differentialquotient angibt, dafs die Helligkeitsfunktion nur nach der Wellenlänge zu differenzieren ist. Also wird weiter

$$(\text{W. U. E.}) = \frac{1}{\varDelta\lambda} = \frac{1}{\varDelta E} \cdot \operatorname{tg}\beta = \frac{1}{\varDelta E} \cdot \frac{\partial x}{\partial\lambda},$$

so dafs durch die Wellenlängenempfindlichkeit die Richtung der Wellenlängenkurve ermittelt und hiermit die Kurve selbst durch-

konstruiert werden kann, unabhängig von jeder Annahme über den Zusammenhang von Helligkeit und den physikalischen Gröſsen. Führen wir jedoch das FECHNERsche Gesetz ein, so ist ja

$$\frac{\delta x}{\delta \lambda} = A \frac{1}{1+\xi} = \frac{\delta \xi}{\delta \lambda},$$

wo ξ den Reizwert darstellt. Beziehen wir die Helligkeiten auf das Sonnenspektrum, wo wir alle Intensitäten gleich Eins, also konstant und daher unabhängig von der Wellenlänge annehmen, so dürfen wir

$$\frac{\delta \xi}{\delta \lambda} = \frac{\delta (\xi_0 \cdot I)}{\delta \lambda} = I \cdot \frac{\delta \xi_0}{\delta \lambda}$$

schreiben. Es wird dann die

$$(\text{W.U.E.}) = \frac{A}{\varDelta E} \cdot \frac{I}{1+\xi_0 I} \cdot \frac{\delta \xi_0}{\delta \lambda}.$$

Sie wird dort am gröſsten, wo die Wellenlängenkurve der Reizwerte das stärkste Gefälle besitzt. Da dies, wie die schon vorliegenden Beobachtungsresultate dieser Kurven, an zwei Stellen, bei M und M' eintritt, hingegen dort, wo das Maximum der Kurve ist, das Gefälle Null wird und hiermit auch die (W. U. E.), so kann man voraussagen, daſs die Kurve der (W. U. E.) die in der Figur 2 angedeutete Form haben wird. An den Enden des Spektrums und bei der E-Linie Null, mit zwei Maximis in der Gegend zwischen der F-Linie und bei der D-Linie. Die (W. U. E.) ist das, was man gewöhnlich die Farbenempfindlichkeit nennt. Dieser Ausdruck ist aber im totalfarbenblinden und auch partiellfarbenblinden System verwirrend. Die (W. U. E.) ist ein Begriff, der einen Zusammenhang der psychischen und der physikalischen Lichterscheinungen darstellt. Sie wird streng von der Farbenempfindlichkeit (F. U. E.) getrennt werden müssen, die eine rein psychologische Definition ebenso wie die (H. U. E.) erfordert, jedoch aber erst im normalen Farbensystem abgehandelt werden kann (IV. Abschnitt), nachdem hier im totalfarbenblinden System eben die drei Dimensionen Farbe, Sättigung und Helligkeit in eine, die Helligkeit, zusammenfallen.

§ 9.
Die Abhängigkeit der heterogenen Empfindungen von der Intensität.

Fällt ein Mischlicht, das aus mehreren Lichtern verschiedener Wellenlänge zusammengesetzt ist, auf das totalfarbenblinde Auge, so erzeugt es eine „heterogene“ Empfindung oder heterogene Helligkeit. Ändern wir nun die Intensitäten sämtlicher Komponenten in gleichem Verhältnisse, so werden wir eine Intensitätskurve der heterogenen Empfindung erhalten, die nach dem III. GRASSMANNschen Satze in der Form mit den Intensitätskurven der isogenen Empfindungen ganz genau übereinstimmen mufs. Selbstverständlich ergibt sich dies auch aus unseren Formeln. Stellen wir eine Lichtgleichung zwischen einer isogenen Helligkeit x und einer heterogenen x' her, die aus den Reizwerten ξ_1, ξ_2 .... besteht, so wird sein:

$$x = x'$$

oder

$$A \log (1 + \xi) = A \log (1 + \xi_1 + \xi_2 + \dots)$$

oder, wenn wir die spezifischen Reizwerte einführen:

$$A \log (1 + \xi_0 I) = A \log (1 + \xi_{0_1} I_1 + \xi_{0_2} I_2 + \dots),$$

was so geschrieben werden kann:

$$A \log [1 + (\xi_0) I] = A \log \left[1 + \left(\xi_{0_1} + \xi_{0_2} \frac{I_2}{I_1} + \xi_{0_3} \frac{I_3}{I_1} + \dots\right) I_1\right],$$

d. h. aber, dafs sich das Mischlicht wie ein homogenes mit dem spezifischen Reizwerte $\left(\xi_{0_1} + \xi_{0_2} \frac{I_2}{I_1} + \dots\right)$ verhält, wenn alle Intensitätsverhältnisse

$$\frac{I_2}{I_1}, \frac{I_3}{I_1}, \frac{I_4}{I_1} \dots$$

konstant gehalten werden. Diese Kurven bieten also kein wesentliches Interesse.

Steigern wir aber nur die Intensität einer einzigen Komponente, so wird die Form der Kurve wesentlich geändert, weil die Reizwerte der ungeändert gebliebenen Komponenten Einflufs gewinnen. So werden diese Kurven ermöglichen, das Mischgesetz zu prüfen. Haben wir z. B. ein Mischlicht mit zwei homogenen

Komponenten, so wird nach unserem Mischgesetze die Helligkeit

$$x_{(1\,2)} = A \log (1 + \xi_1 + \xi_2) = A \log (1 + \xi_1 + \xi_{o_2} I_2),$$

womit der Zusammenhang der Helligkeit mit der Änderung der Intensität I_2 nur des einen Lichtes ersichtlich ist und rechnerisch vorhergesagt werden kann, wenn ich die Helligkeiten und Reizwerte der Komponenten ermittelt habe. Die Mischlichter geben also auch ein Mittel an die Hand, um die Reizwerte anderer Wellenlängen zu ermitteln, wenn ein Reizwert zugrunde gelegt wird.

Auch hier werden wir zu neuen physikalischen Empfindlichkeiten geführt. Ich kann die Frage aufwerfen: Um wieviel mufs ich die Intensität I' einer Komponente des Mischlichts ändern, damit dies für die Empfindung ebenmerklich wird. Nenne ich die Summe der Reizwerte der übrigen Komponenten ξ_m, so ist die Helligkeit des Mischlichtes

$$x = A \log (1 + \xi_m + \xi') = A \log (1 + \xi_m + \xi_o' I').$$

Steigere ich die Intensität der einen Komponente um $\varDelta I'$, so wird x auf x' wachsen; es wird

$$x' = A \log [1 + \xi_m + \xi_o' (I' + \varDelta I')] = A \log [1 + \xi_m + \xi' + \xi_o' \varDelta I']$$

sein. Ist die Differenz $x' - x$ nun gleich der Länge der Schwellenstrecke $\varDelta E$, so wird die Empfindung eine ebenmerkliche Änderung erleiden; es wird also sein

$$\varDelta E = x' - x = A \log \left[1 + \frac{\xi_o'}{1 + \xi_m + \xi'} \varDelta I'\right]$$

oder entwickelt:

$$\varDelta E = \frac{A\, \xi_o'}{1 + \xi_m + \xi'} \cdot \varDelta I'.$$

Selbstverständlich kann diese Formel auch allgemein analog den früheren Betrachtungen abgeleitet werden ohne sofortige Heranziehung des FECHNERschen Gesetzes. Es mufs offenbar wieder die Intensitätsänderung $\varDelta I'$ der einen Komponente so werden, dafs

$$\varDelta E = \frac{\partial x}{\partial I'} \varDelta I',$$

wo der partielle Differentialquotient nur nach der Intensität dieser Komponente zu nehmen ist.

Bildet man ihn mit Heranziehung des FECHNERschen Gesetzes, so stimmt natürlich das Resultat mit dem eben ab-

geleiteten überein. Die absolute Intensitätsmischempfindlichkeit (a.I.M.U.E.), die mir angibt, wieviel ich zu einem Mischlicht von einer Komponente noch dazumischen mufs, um an der Mischung etwas zu merken, wird wieder durch den reziproken Wert von $\Delta\Gamma$ gemessen werden können; $\Delta\Gamma$ wird man als absolute Intensitätsmischunterschiedsschwelle bezeichnen. So hat man:

$$\text{abs. Intensitätsmischempfindlichkeit} = (\text{a. I. M. U. E.}) = \frac{1}{\Delta\Gamma} =$$

$$= \frac{1}{\Delta E} \cdot \frac{\delta x}{\delta\Gamma} = \frac{A}{\Delta E} \cdot \frac{\xi_o'}{1 + \xi_m + \xi'} = \frac{A}{\Delta E} \cdot \frac{\xi_o'}{1 + \xi}.$$

Sie ist dem spezifischen Reizwerte der gesteigerten Komponente direkt proportional. Im Nenner steht neben dem Einser $\xi_m + \xi' = \xi$, d. i. der Reizwert des gesamten Mischlichtes.

Wir können nun wieder nach der prozentuellen Intensitätssteigerung einer Komponente des Mischlichtes fragen und gelangen so auf den Begriff der relativen Intensitätsmischunterschiedsschwelle $\frac{\Delta\Gamma}{\Gamma}$ und ihrem reziproken Werte, der relativen Intensitätsmischempfindlichkeit (r.I.M.U.E.); sie ergibt sofort aus der (a.I.M.U.E.) zu:

$$(\text{r.I.M.U.E.}) = \Gamma\,(\text{a.I.M.U.E.}) = \frac{A}{\Delta E} \cdot \frac{\xi_o'\,\Gamma}{1 + \xi} = \frac{A}{\Delta E} \cdot \frac{\xi'}{1 + \xi}.$$

Für normale Intensitäten ist sie also proportional dem Reizwerte ξ' der gesteigerten Komponente und umgekehrt proportional dem gesamten Reizwerte ξ; sie gibt also gleichsam das Gewicht an, mit welchem die gesteigerte Komponente im Mischlichte enthalten ist. Diese Bedeutung wird ihr nicht weniger wie ein anderer Umstand hohe Wichtigkeit für die höheren Systeme erteilen, der darin besteht, dafs sie (r.I.M.U.E.) dort das sein wird, was man die färbende Kraft nennt. Sie mufs wieder wohl von dem rein psychischen Begriffe der Sättigungsempfindlichkeit (S.U.E.), der erst in den höheren Systemen auftreten wird, unterschieden werden; denn Sättigung und Mischung gehören total verschiedenen Welten an. Es gibt homogene Lichter, die bei Intensitätssteigerung trotz ihrer physikalischen Reinheit sehr ungesättigt werden. Doch wird uns das erst in den folgenden Abschnitten beschäftigen können.

§ 10. Die Abhängigkeit der heterogenen Empfindungen von der Wellenlänge.

Liegt ein Mischlicht vor, so kann ich blofs eine Komponente unter Belassung der anderen das Spektrum durchlaufen lassen. So könnte ich eine Wellenlängenkurve der heterogenen Empfindungen erhalten. Aus dem FECHNERschen Gesetze ergibt sie sich, wenn wir in

$$x = A \log (1 + \xi_m + \xi_o' I)$$

z. B. das ξ_o' alle spezifischen Reizwerte des Sonnenspektrums durchlaufen lassen. Ebenso ergibt sich von selbst der Begriff der Wellenlängenmischempfindlichkeit (W.M.U.E.).

Haben wir wieder zwei Spektren übereinander verschiebbar eingerichtet, so kann ich das eine Spektrum gegen das andere beliebig weit verschieben und nun beliebige zwei übereinanderliegende Wellenlängen mischen. Ich werde nun das eine Spektrum um einen Betrag $\Delta\lambda'$ erst verschieben müssen, damit ich es an der Mischung eben merke. Dies gibt mir die Wellenlängenunterschiedsmischschwelle $\Delta\lambda'$ und ihren reziproken Wert die (W.M.U.E.). Ganz analog zu den vorhergehenden Betrachtungen ergibt sich wieder:

$$\text{Wellenlängenmischempfindlichkeit (W.M.U.E.)} = \frac{1}{\Delta\lambda'} =$$

$$= \frac{1}{\Delta E} \cdot \frac{\delta x}{\delta\lambda'} = \frac{A}{\Delta E} \cdot \frac{I}{1 + \xi_m + \xi'} \cdot \frac{\delta \xi_o'}{\delta\lambda'} = \frac{A}{\Delta E} \cdot \frac{I}{1 + \xi} \cdot \frac{\delta \xi_o'}{\delta\lambda'},$$

wo der partielle Differentialquotient nur nach dem spezifischen Reizwerte der veränderten Komponente zu nehmen ist und wieder beim Durchlaufen des Spektrums das Sonnenspektrum (I = constans) vorausgesetzt wird; sonst müfste man noch bei der partiellen Differentiation auch das I mitnehmen.

Auch diese physikalische Empfindlichkeit wird erst bei den höheren Systemen besondere Bedeutung erhalten und ein experimentelles Mittel zur Untersuchung der Elementarempfindungskurven, die uns ja dort nicht direkt wie hier gegeben sind, sondern erst aus scheinbaren Koordinaten: Helligkeit, Sättigung und Ton und den mannigfach variierten Versuchen erschlossen werden müssen. Alle nun definierten physikalischen Empfindlichkeiten (a.I.U.E.), (r.I.U.E.), (W.U.E.), (a.I.M.U.E.), (r.I.M.U.E.)

und schliefslich die (W.M.U.E.) reichen zur Erforschung der Elementarempfindungen bei den höheren Systemen aus und müssen nun entsprechend verallgemeinert werden. Mit dem hier schon eingeschlagenen Gedankengang und den Auseinandersetzungen des I. Abschnittes wird dies keine prinzipiellen Schwierigkeiten mehr bieten. Es mögen nun hier noch die sich sofort ergebenden Beziehungen zwischen den verschiedenen Empfindlichkeiten herabgesetzt werden, wie sie für das totalfarbenblinde System durch Heranziehung des FECHNERschen Gesetzes folgen:

$$
\begin{aligned}
(\text{r.I.U.E.}) &= I \cdot (\text{a.I.U.E.}) \\
(\text{r.I.M.U.E.}) &= I' \cdot (\text{a.I.M.U.E.}) \\
(\text{a.I.M.U.E.}) &= \frac{\xi_0'}{\xi_0} \cdot (\text{a.I.U.E.}) \\
(\text{r.I.M.U.E.}) &= \frac{\xi'}{\xi} \cdot (\text{r.I.U.E.}) \\
(\text{W.M.U.E.}) &= \frac{\dfrac{\partial \xi'}{\partial \lambda'}}{\dfrac{\partial \xi}{\partial \lambda}} \cdot (\text{W.U.E.})
\end{aligned}
$$

Die gestrichelten Gröfsen beziehen sich auf die in der Mischung veränderten Komponenten. Die Gleichungen gelten nur, wenn Lichtgleichungen zwischen dem homogenen und heterogenen Lichte hergestellt sind, so dafs die Reizwerte beider Lichter äquivalent sind.

§ 11. Das NEWTONsche Mischungsgesetz.

In § 6 haben wir auseinandergesetzt, wie das reine Empfindungsgebiet in einer Dimension, in einer Skala, dargestellt werden kann, wo Empfindungsgleiches und Empfindungsunterschiedsgleiches durch geometrisch Gleiches dargestellt ist. So eine Skala gibt das einzig richtige Bild des Empfindungsgebietes. Man kann aber auch die Empfindungen durch ihre Reizwerte darstellen, indem das Reizwertgebiet geometrisch durchkonstruiert wird. Es entspricht dann jedem Punkte im psychologischen Gebiete nur ein Punkt im physiologischen (Reizwert-) Gebiete und umgekehrt. Nachdem wir wissen, dafs im totalfarbenblinden System alle Empfindungen durch Intensitätsänderungen einer Wellenlänge hervorgebracht werden können, ferner unter der Annahme, dafs es ein Mischgesetz (oder, was dasselbe ist, den III. GRASSMANNschen Satz) gibt, haben wir in § 4 gezeigt, dafs es notwendig eine Funktion, die proportional der Intensität und deren Proportionalitätsfaktor blofs von der Wellenlänge abhängt, geben mufs; dafs es also einen Reizwert geben mufs, der das Pro-

dukt aus dem spezifischen Reizwerte und der Intensität ist; ferner hat sich ergeben, dafs sich bei Mischungen diese Reizwerte einfach addieren. Mithin wird die geometrische Darstellung des physiologischen Gebietes keine Schwierigkeiten bieten. Man wird die Reizwerte auf einer Geraden auftragen, den Nullpunkt bei der Intensität Null ansetzen. Den spezifischen Reizwert des Normallichtes der E-Linie wird man als Einheitsstrecke vom Nullpunkte in beliebigem Mafsstabe auftragen, er gibt den Reizwert der Intensitätseinheit an. Die anderen Reizwerte dieses Normallichtes werden dann im Verhältnisse der Intensitäten aufgetragen.

Man hat hiermit eine Reizwertskala für das Normallicht gewonnen. Für eine andere Wellenlänge wird man so vorgehen, dafs man ihren Reizwert des Sonnenspektrums durch Intensitätsänderung gleich dem spezifischen Normalreizwerte macht. Die Intensitätsänderung gestattet nun, ihren spezifischen Reizwert rechnerisch zu ermitteln und als Strecke auf unserer Skala aufzutragen. So wird jede andere Wellenlänge einen Punkt auf der Skala ergeben, dessen Abstand vom Ursprung ihren spezifischen Reizwert darstellt. Auf diese Weise wird Streckengleiches auch Reizwertgleiches und bei Mischungen kann ich einfach, um den Reizwert des Mischlichtes zu erhalten, die einzelnen Strecken als Repräsentanten der Reizwerte der zu mischenden Lichter addieren; wenn zwei Strecken gleich sind, mögen sie auch auf gemischte Lichter sich beziehen, so kann ich immer eine für die andere setzen, das Resultat bleibt dasselbe. Mit Reizwertgleichungen kann ich also ebenso wie mit wahren Gleichungen operieren.

Aus der Reizwertskala kann ich stets entnehmen, welche Empfindung einem bestimmten Punkte entspricht und hierin beruht ihr psychologischer Wert. Aber ihre Bedeutung liegt auch darin, dafs sie so einfach fast unmittelbar durch die beobachteten Gröfsen (Intensitäten) konstruiert werden kann. Sie aber als ein Abbild des psychologischen Gebietes zu betrachten, wäre ganz verfehlt; denn, wenn auch gleichen Abszissen der Reizwertskala gleiche Abszissen in der Empfindungsskala (Helligkeitsskala) entsprechen, entsprechen nicht gleichen Unterschieden der Empfindungen gleiche Unterschiede der Reizwerte. Die gegenseitigen Verhältnisse in beiden Skalen sind eben ganz andere. Die Reizwertskala bildet gleichsam ein Inventar für

die Empfindung, geordnet nach physiologischen aber nicht psychologischen Prinzipien.

Man kann das eindimensionale Reizwertgebiet auch nach NEWTONS Vorschlag darstellen. Jedes homogene Licht wird durch einen Punkt in der Ebene repräsentiert, seine Intensität durch ein in ihm angreifendes Gewicht (Quantum); so wird für ein bestimmtes Licht auch eine mechanische Darstellung gewonnen. Stelle ich Reizwertgleichungen anderer Wellenlängen mit diesem her, so erhalte ich für jede Wellenlänge äquivalente Quanta (Spaltbreiten). Da diese Lichter vollkommen empfindungsgleich mit dem ersten Lichte sind, so habe ich nach NEWTON auch diese Lichter in denselben Punkt zu verlegen und die entsprechenden Quanten für jede Wellenlänge zu wählen. Die NEWTONsche Lichttafel schrumpft für das eindimensionale totalfarbenblinde Gebiet in einen Punkt zusammen. Nach NEWTONS Mischregel mufs nun das Quantum (Spaltbreite) des Mischlichtes gleich der Summe der Quanta der Komponenten sein. Dies bleibt nach obigen Auseinandersetzungen tatsächlich erfüllt, nur mufs ich vorher für jede Wellenlänge die einer Normalwellenlänge äquivalenten Spaltbreiten durch Reizwertgleichungen bestimmt haben. Dann addieren sie sich ja. Die Tatsache, dafs die Empfindung irgend eines Wellenlängenlichtes stets durch eine bestimmte andere eines Normallichtes hervorgerufen werden kann, und die Annahme, dafs es ein Mischgesetz gibt, genügen im totalfarbenblinden Systeme die Richtigkeit der NEWTONschen Regel darzutun. Dieselbe drückt eben nichts anderes aus, als dafs sich bei Mischungen die Reizwerte addieren. Das hat allerdings für die höheren Systeme erst klar HERING in seiner Schrift über das NEWTONsche Mischungsgesetz (*Lotos-Jahrbuch* 7; Prag 1887) ausgesprochen, nachdem GRASSMANN die wesentlichsten Punkte, (wenn auch mit ziemlich verwirrter Terminologie), die zur Aufstellung der NEWTONschen Mischregel genügen, hervorgehoben hat. Der einzig schwache Punkt in HERINGS Beweis bildet die Einführung der Valenzen, die eigentlich ohne Begründung direkt proportional der Lichtintensität gesetzt werden. Es fehlt da der Nachweis, dafs es so eine Funktion geben mufs. Da sich dieser, wie oben gezeigt, auch aus der Existenz eines Mischgesetzes ergiebt, so wird erst damit HERINGS Behauptung der Äquivalenz von dem Grundsatze (der ja mit der Existenz eines Mischgesetzes identisch ist) dafs Gleiches zu Gleichem addiert, wieder

Gleiches gibt, und der NEWTONschen Mischregel für das totalfarbenblinde System bewiesen.

Der Umstand, dafs die Reizwerte den Intensitäten proportional sind und sich bei Mischungen addieren, berechtigt dazu, sie ganz analog wie Kräfte zu behandeln, deren Mafs die Lichtintensitäten (Spaltbreiten) sind. Hier in unserem Systeme fallen alle Kraftrichtungen in eine zusammen und so tritt die einfache algebraische Summation auf.

Für Dämmerungsintensitäten (§ 5) werden die Empfindungen (Helligkeiten) proportional den Reizwerten. Hieraus ergiebt sich, dafs für diese Intensitäten das physiologische (Reizwert-) Gebiet mit dem psychologischen (Empfindungs-) Gebiet identisch wird. Da wird die Reizwertskala auch ein richtiges Bild der Helligkeitsskala darstellen. Je mehr wir zu den normalen Intensitäten übergehen, desto mehr verzerrt sich in der Reizwertskala das psychologische Gebiet.

§ 12. Zur Lichtperzeption.

Nachdem die Lichtempfindungen des totalfarbenblinden Auges nur aus einer Mannigfaltigkeit bestehen, so schliefsen wir, dafs auch der physiologische Vorgang eindimensional ist. Trifft also ein Lichtstrahl auf ein Element der Retina, so löst er nur eine einzige Reizgröfse los und eine Empfindungsstärke. Die benachbarten Elemente müssen denselben spezifischen Reizwert $\left(\xi_o = \frac{1}{a}\right)$ besitzen und dieselbe Unterschiedsempfindlichkeit ($\varDelta$). Dann kann nach unseren Anschauungen niemals eine komplexe Empfindung, eine Farbenempfindung, auftreten. Man kann annehmen, dafs im totalfarbenblinden Auge die entsprechenden Elemente des normalen Auges fehlen und nur eine Erregung immer übrig bleibt oder, was doch wahrscheinlicher ist, dafs die Elemente dieselben bleiben, aber nicht differenziert sind. Will man sich die Farbenperzeption mit Hilfe der dünnen Plättchen der Aufsenglieder erklären, wie dies im I. Abschnitt § 2 geschehen ist, so würde genügen, dafs im total farbenblinden Auge ein Plättchenzerfall eingetreten ist. Dieser hebt ja nach den Darlegungen die Differenzierung der Erregungen und damit der Empfindungen auf. Selbstverständlich würde auch das Fehlen der Zapfen und blofse Funktionieren undifferenzierter Stäbchen die einfache Mannigfaltigkeit des Systems erklären.

Bessere Anhaltspunkte werden wir aber erst gewinnen, wenn wir zu den höheren Systemen aufsteigen und dann die Empfindungen vergleichend in beiden Systemen analysieren werden. Doch hat die rein physiologische Frage bei der psychophysischen Theorie der Gesichtsempfindungen keine wesentliche Bedeutung. Gelingt es der letzteren, durch Gleichungen den Zusammenhang zwischen den psychischen und physikalischen Gröſsen herzustellen, so ist eigentlich alles nötige geleistet. Ich habe in diesem Abschnitte gezeigt, daſs die Annahme eines Mischgesetzes in Verbindung mit Fechners Gesetz allein zur Aufstellung der Theorie genügt.

(Eingegangen am 21. August 1903.)

(Aus dem Physiologischen Institute der k. k. Universität Wien.)

Weitere Untersuchungen über die Schalleitung im Schädel.

Von

Dr. Hugo Frey,

Assistent der k. k. Universitätsklinik für Ohrenkranke
(Vorstand: Hofrat Prof. Dr. Adam Politzer) in Wien.

(Mit 5 Fig.)

Über die Grundphänomene der „Knochenleitung“, d. i. über die Fortleitung des Schalles, der auf den Knochen direkt übertragen wird, habe ich seinerzeit Einiges berichtet[1], wobei insbesondere über die Modifikationen dieser Leitungsvorgänge, wie sie durch die Eigentümlichkeiten im Baue des Schädels hervorgebracht werden, verschiedene Tatsachen mitgeteilt wurden. Unter den wesentlichen Ergebnissen, zu denen ich damals gelangte, hebe ich hier die folgenden hervor:

I. Der Schall wird im Knochengewebe überhaupt vornehmlich in der kompakten Substanz fortgeleitet und zwar umso besser, je kompakter die betreffenden Teile sind.

II. Wenn von dem Gehörorgan der einen Seite Schallwellen ausgehen, so verbreiten sich dieselben wohl im gesamten Schädel, sie werden aber vorzugsweise nach den symmetrischen Punkten der anderen Schädelhälfte, also zur gegenüberliegenden Pyramide geleitet.

III. Es besteht demnach eine Schallübertragung von Ohr zu Ohr auf dem Wege der Knochenleitung. Diese wird durch den

[1] Frey: Experimentelle Untersuchungen über die Schalleitung im Schädel. *Diese Zeitschrift* 28, S. 10 ff.

knöchernen Schädel allein vermittelt, ohne dafs die sogenannte Schalleitungskette hierbei eine wesentliche Rolle spielen müfste.

IV. Diese Verhältnisse finden sich schon am mazerierten Schädel, sie werden durch die Weichteile des frischen Schädels in ihrer Wesenheit nicht alteriert und bestehen voraussichtlich in gleicher Weise am lebenden Kopf.

Wiewohl mir meine damaligen Untersuchungen für die Erkenntnis der in Betracht kommenden Phänomene ausreichend erschienen, machte sich mir späterhin doch das Bedürfnis geltend, gewisse spezielle Fragen, auf die ich damals noch nicht eingehen konnte oder wollte, genauer zu erforschen.

Die späterhin von Iwanoff[1] publizierten Untersuchungen, welche sich in ihren Hauptergebnissen durchaus mit den meinen decken, haben mich dazu geführt, die Schalleitung im Schädel noch einmal experimentell zu studieren, insbesondere für den Fall, als die Schallübertragung nicht durch die Pyramide stattfindet.

Es war die Frage zu entscheiden, ob die Schallübertragung durch den knöchernen Schädel von dem Ohre der einen Seite zu dem der anderen auf einer spezifischen Wirkung der Pyramide beruhe, oder ob dies eine allgemeinere Erscheinung sei, die am Schädel überhaupt beobachtet werde, wenn man nur von einem beliebigen Punkte Schallwellen ausgehen läfst.

Weiterhin war zu ermitteln, ob man nicht über den Verlauf der Schallwellen innerhalb der Knochensubstanz des Schädels, beziehungsweise über die Art, in der die Teile des knöchernen Schädels schwingen, noch Genaueres in Erfahrung bringen könnte.

Zu den im folgenden besprochenen Untersuchungen verwendete ich dieselben Mittel, die ich bei den früher mitgeteilten Beobachtungen angewendet hatte. Das Mikrophon hatte sich für die gegebenen Zwecke als so leistungsfähig erwiesen, dafs ich allen Grund hatte, es beizubehalten. Die Methode ist jedenfalls präziser als die von Iwanoff gebrauchte einfache Auskultation; da sie in meiner oben zitierten Arbeit ausführlich dargestellt ist, erscheint es wohl überflüssig, nochmals näher auf sie einzugehen.

---

[1] Iwanoff: Pirogoff Kongrefs in Moskau. Sitzung vom 3. Juli 1902. — Iwanoff: *Diese Zeitschrift* 31, S. 366.

Ihrem Wesen nach besteht sie darin, dafs die an einer Stelle des Schädels durch eine tönende Stimmgabel erzeugten Wellen an einer anderen Stelle mikrophonisch aufgenommen und einem Telephon übermittelt werden. Die Intensität des Schalles wird nach der Zeitdauer gemessen, die von seinem Erklingen bis zum Verschwinden der Hörbarkeit verstreicht.

Bei meinen im folgenden mitzuteilenden Versuchen benützte ich vorerst eine Anordnung, die im grofsen und ganzen mit derjenigen in der dritten und vierten Reihe meiner früheren Versuche übereinstimmt. Die Stimmgabel war in die linke Pyramide eines mazerierten Schädels eingeschraubt; mehrere symmetrisch gelegene Punkte beider Schädelhälften sowie ein unpaariger Punkt der Mittellinie in der Gegend des Hinterhauptes wurden untersucht.

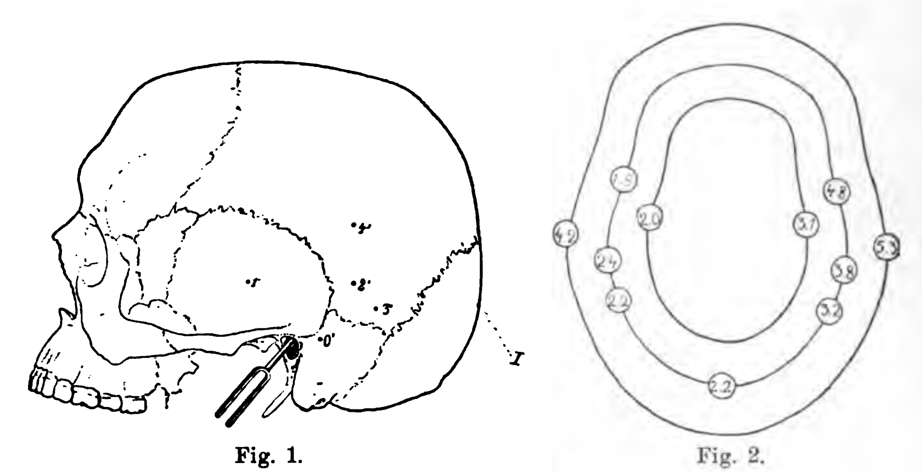


Fig. 1. Fig. 2.

Die Anordnung der Punkte ergiebt sich aus Figur 1, die daselbst erhaltenen Beobachtungszahlen aus dem Schema 2, wobei der Punkt 4 der Figur 1 der in der innersten Kurve von Figur 2 angedeuteten Marke, der Punkt 0 der Figur 1 der in der äufsersten Kurve von Figur 2 enthaltenen Marke entspricht u. s. w.

Es war der Schall am lautesten in der nächsten Umgebung der Pyramide der anderen Seite zu hören; derselbe nahm an Intensität nach oben und gegen die Mittellinie ziemlich rasch ab.

Diese Versuche bedürfen keiner näheren Auseinandersetzung. Sie entsprechen in ihren Ergebnissen vollkommen den früher von mir gefundenen.

Eine zweite Versuchsreihe beschäftigte sich damit, die Verteilung des Schalles am Schädel zu untersuchen, wenn die Stimmgabel senkrecht zur früher genannten Richtung, d. i. also in der Sagittalebene, am Schädel angeschraubt war. Dieser Versuch mufste über die erwähnte spezifische Wirkung der Pyramiden entscheiden.

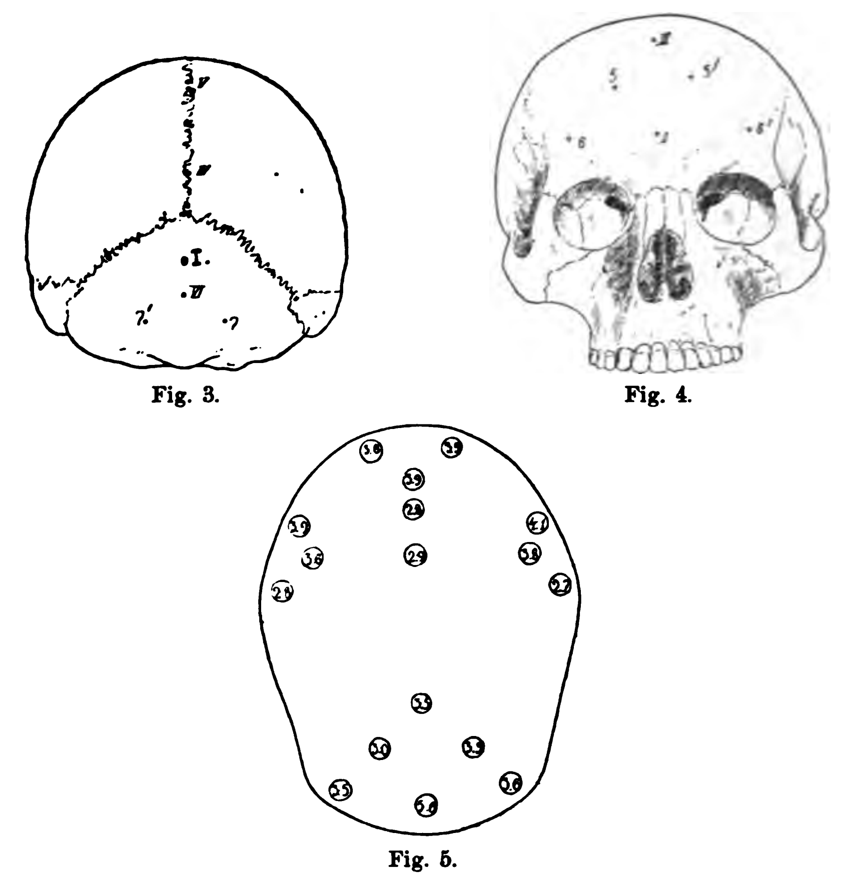


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 5.

Ich befestigte deshalb die Stimmgabel an einem Punkte des Hinterhauptes, und zwar an dem in Figur 3 mit I bezeichneten. Aus dieser Figur und aus Figur 4 ist die Verteilung der untersuchten Punkte zu entnehmen. Das Schema (Figur 5) enthält die Resultate der einzelnen Beobachtungen nach den am Telephon gewonnenen Zahlen. Es zeigte sich folgendes:

Die Schallintensität nimmt vom Eintrittspunkte des Schalles ausgehend nach beiden Seiten symmetrisch, und zwar ziemlich

rasch, ab. Im weiteren Verlaufe der Mittellinie, d. i. also am Scheitel, sinkt sie besonders stark ab. An der Stirne erkennen wir wieder ein Ansteigen der Schallintensität, und zwar ebenfalls in symmetrischer Anordnung. Das wichtigste Ergebnis ist aber dieses:

Die höchste Intensität, und zwar höher als an irgend einer anderen untersuchten Stelle, ja sogar eine höhere als in der unmittelbaren Umgebung der Eintrittspforte des Schalles, war an dem Punkte zu beobachten, der etwa $2^1/_2$ cm über der Glabella so liegt, daſs er dem Punkte, an welchem der Schall erregt wurde, diametral gegenüber sich befindet.

Im übrigen fällt es auf, daſs in der direkten Fortsetzung des Felsenbeines an der äuſseren Oberfläche des Schädels sehr geringe Werte beobachtet wurden, während wenige Centimeter davon nach rückwärts sehr groſse Zahlen gewonnen wurden.

Aus den Versuchen dieser Reihe erfahren wir also zusammengehalten mit den früheren:

Es ist eine Eigentümlichkeit des Schädels, daſs sowohl ein von der Pyramide als ein vom Hinterhaupt ausgehender Schall die diametral gegenüberliegende Stelle des Schädels in das lebhafteste Schwingen versetzt. Die dazwischenliegenden Punkte sind in diesem Sinne minderwertig. Am schwächsten ist im allgemeinen der Schall in der auf die Einfallsrichtung senkrecht durch die Schädelmitte gelegten Ebene.

Die hier erwähnte Eigenschaft des Schädels ist offenbar in den verschiedensten Richtungen vorhanden, wie es sich ja auch aus einfacher Auskultation ergibt. Wenn es daher wahrscheinlich schien, daſs die Pyramiden wegen des Aufbaues aus fester kompakter Knochenmasse, von der wir ja wissen, daſs sie den Schall besonders gut leitet, die wesentliche Ursache für die bereits in meiner ersten Mitteilung beschriebene Erscheinung seien, so hat die weitere Fortsetzung meiner Versuche doch gelehrt, daſs am Schädel ungefähr dieselben Erscheinungen zu stande kommen auch in einer Richtung, in der ein Einfluſs der Pyramiden nicht von Wesenheit sein kann.

Damit ist freilich noch nicht gesagt, daſs man von der Vorstellung eines begünstigenden Einflusses der Kompakta der Pyramiden auf die Schalleitung zum Ohre vollständig absehen müsse. Immerhin kann diese ja noch neben dem ausgesprochenen Grundgesetz zu Recht bestehen. Ja, wir haben sogar einen gewissen Hinweis darauf, daſs die Pyramiden irgend eine Rolle

auch bei der Leitung eines Schalles vom Hinterhaupt zur Stirne spielen müssen, wenn wir uns an jene eigentümliche Verteilung der Schallintensitäten in der Gegend des Warzenfortsatzes erinnern, wie sie an der Hand der Abbildung 5 beschrieben wurde, ohne dafs es heute schon möglich wäre, eine bestimmte Beziehung daraus zu konstruieren.

Die hier am knöchernen Schädel festgestellte und durch Messung exakt bewiesene Tatsache läfst sich übrigens, wie gesagt, auch am lebenden mit genügender Überzeugungskraft ziemlich leicht beobachten.

Schon Politzer[1], später auch Lucae[2], Troeltsch[3] und Kessel[4] konstatierten diese Erscheinung. Sie experimentierten in der Weise, dafs sie die Stimmgabel in der Gegend des Tuber parietale mit der Richtung gegen das Ohr der anderen Seite aufsetzten; der Ton derselben wurde dann in dem letzterem deutlich gehört. Einige interessante diesbezügliche Experimente hat Kessel am angegebenen Orte beschrieben.

In der dritten Versuchsreihe war ich bemüht, die örtlichen Schwingungsverhältnisse am Schädel genauer zu analysieren. Da ich bisher nur den Schall mit einem senkrecht auf die Oberfläche des Schädels aufgesetzten Mikrophonstift untersucht hatte, fragte es sich, welche Effekte man am Mikrophon erhält, wenn man den Stift in einer auf die frühere senkrechten Richtung, also parallel mit der Schädeloberfläche, aufsetzt.

Zu diesem Zwecke wurden an einigen der bereits untersuchten Punkte mittels eines Trepans kreisförmige Scheiben aus dem Schädel entfernt. Auf die zylinderische Mantelfläche der Trepanöffnung wurde der Stift des Mikrophons so aufgesetzt, dafs die Richtung desselben, soweit dies möglich, parallel einem Durchmesser der Öffnung war. Dabei war der Berührungspunkt in gewissen Versuchen der der Schallquelle nächstgelegene, in anderen Fällen der entferntest gelegene Punkt der Trepanöffnung, in noch anderen Fällen lag der Berührungspunkt zwischen den genannten.

---

[1] Politzer: *Archiv für Ohrenheilkunde* 1. 1860.
[2] Lucae: *Archiv f. Ohrenheilkunde* 1. 303.
[3] Troeltsch: Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 1877.
[4] Kessel: *Archiv für Ohrenheilkunde* 18, S. 129.

Zur Kontrolle dienten Versuche, bei denen das Mikrophon am Rande des Trepanloches geradeso wie früher senkrecht auf die Schädeloberfläche eingestellt wurde.

Die Stimmgabel war dabei wieder in die Pyramide der linken Seite vom Gehörgange aus eingeschraubt. Die Trepanlöcher entsprachen den Punkten II der Figur 4, 1 und 3′ der Figur 1.

Ich möchte erwähnen, dafs die absoluten Gröfsen der in dieser Versuchsanordnung gewonnenen Zahlen mit den in der ersten Versuchsreihe gefundenen nicht direkt vergleichbar sind, da verschiedene Veränderungen in der Versuchsanordnung vorgenommen worden waren.

Es handelt sich vielmehr, absolut genommen, in dieser Versuchsreihe um höhere Zahlen als in der ersten. Diese Alteration ist daraus zu erklären, dafs die Stimmgabel zum Zwecke der zweiten Versuchsreihe aus der Pyramide entfernt worden war und neuerdings wieder eingeschraubt werden mufste.

Beobachtet wurde folgendes:

An der dem Punkte II der Figur 4 entsprechenden Trepanöffnung ergaben sich beim Aufsetzen des Stiftes an den Querschnitt ganz gleichwertige Gröfsen, und zwar sowohl dann, wenn der Stift auf der der Stimmgabel zugekehrten Seite der Öffnung lag, als auch dann, wenn er sich auf der entgegengesetzten Seite oder an der oberen Umrandung befand. Auch beim Aufsetzen des Stiftes auf die Schädeloberfläche in nächster Nähe der Trepanöffnung wurde eine identische Zahl gewonnen. Die Unterschiede der einzelnen Werte sind nicht gröfser als 0,2 Sekunden und bewegen sich in der Breite der möglichen Versuchsfehler.

Analoges fand sich auch an der dem Punkte 3′ der Figur 1 entsprechenden Öffnung. Auch hier zeigte sich an zwei gegenüberliegenden Punkten der Oberfläche des Randes wie auch an einem Querschnittspunkt ein gleiches Resultat; dabei waren die absoluten Zahlen höher als an der Öffnung I, wie es bei der Art der Anbringung der Stimmgabel zu erwarten war.

Auch an Stelle des Punktes I zeigte sich Analoges.

Zur weiteren Ergänzung wurde nun die Stimmgabel in das Hinterhaupt eingebohrt und nochmals die gegenüberliegende Öffnung untersucht.

Es wurden auch hier sowohl von der Trepanöffnung wie von der Schädeloberfläche ihrer nächsten Umgebung die hohen,

aber untereinander wieder nahezu identischen Zahlen gefunden, die dem bisherigen entsprechen.

Die physikalische Erklärung der hier dargestellten Phänomene bietet ziemlich grofse Schwierigkeiten. Ohne in unbeweisbare Theorien über die Schallfortpflanzung einzugehen, die leider in den mit ähnlichen Themen sich beschäftigenden Arbeiten noch immer einen zu breiten Raum einnehmen, kann nur gesagt werden, dafs wir an einem Punkte der Schädeloberfläche am Querschnitt in verschiedenen Radien gerade so wie in der auf die Schädeloberfläche senkrechten Richtung gleiche Schallintensitäten erhalten.

Zusammengehalten mit den früheren Resultaten ergiebt sich daraus, dafs Schallwellenzüge sich zwischen der Stimmgabel und dem diametral gegenüberliegenden Punkte über die ganze Oberfläche des Schädels verteilen. Wir erhalten daher, je näher wir einem dieser beiden Gegenpunkte kommen, um so mehr an lebendiger Kraft — also umso gröfsere Schallintensitäten; naturgemäfs mufs an der gröfsten Zirkumferenz, in der Mitte zwischen beiden Punkten, örtlich ein Minimum an lebendiger Kraft wahrgenommen werden. Inwieweit zu diesem einfachen Zusammenlaufen von Schallwellenzügen an den beiden Gegenpunkten noch Interferenzerscheinungen treten können, läfst sich nach den vorliegenden Untersuchungen noch nicht entscheiden.

(Eingegangen am 29. August 1903.)

Literaturbericht.

W. NICOLAEW. **Das Photographieren des Augenhintergrundes der Tiere.** *Pflügers Archiv* **93**, 501—557. 1903.

Verf. gelang es, gute Photographien vom Augenhintergrund der Tiere zu erhalten. Nach vergeblichen Versuchen mit der Methode von GUINKOFF, welcher das aufrechte Bild zur Photographie verwendete, führte die Auf nahme des umgekehrten Netzhautbildes mittels des LIEBREICHschen Ophthalmoskopes und einer gewöhnlichen photographischen Camera (mit langem Balgauszuge) zum Ziel. Um Veränderungen des Netzhautbildes (z. B. der Gefäfsweite) aufnehmen zu können, ist möglichst kurze Exposition, also starkes Licht und empfindliche Platten, erforderlich. Von letzteren wurden solche von SCHLEUSSNER sowie LUMIÈRE (orthochromatische) verwendet. Zur Beleuchtung diente in Ermangelung elektrischen Lichts das AUER-Gaslicht, welches in den meisten der wiedergegebenen Versuchen eine Expositionszeit von 12—15 Sekunden, in einem einzigen von 45 Sekunden erforderte. Als Versuchstier wurde wegen der durch das Tapetum bedingten starken Lichtreflexion die Katze gewählt; daneben wurden auch an Hunden und Albinokaninchen Versuche angestellt. Vollkommene Ruhe des Auges wurde durch Kurareeinspritzung in das Blut erzielt; gleichzeitig wurden zur Pupillenerweiterung geringe Mengen Atropin injiziert, ein Verfahren, welches der Einführung in den Konjunktivalsack vorzuziehen war. An photographischen Objektiven sind Anastigmaten mit kurzer Brennweite zu empfehlen. Die Reflexe, welche die Brauchbarkeit des Bildes stören können, sind zweierlei Art: von der ophthalmoskopischen Linse rührt der kleine „zentral helle Fleck", von der Hornhaut ein sichelförmiger Reflex her. Während sich letzterer bei richtiger Einstellung ganz an den Rand des Bildes verlegen liefs, war ersterer nicht zu beseitigen und wurde in die Mitte des Bildes an eine Stelle gelegt, welche weniger wichtig erschien. Eine Reihe von Versuchen wird ausführlich wiedergegeben und durch 14 phototypische Abbildungen nach den Originalen erläutert. Aufser dem normalen Netzhautbild wurde besonders die Änderung der Gefäfsweite bei Einwirkung verschiedener Agentien untersucht. Während Ergotin und Amylnitrit die Gefäfse erweitern, wirken Strychnin, sowie Chloroform im Stadium der Erregung verengernd auf die Gefäfse. Die Erweiterung durch Amylnitrit hält nach Einstellung der Inhalation im Auge länger an, als im übrigen

Körper. Die Photographie des menschlichen Augengrundes gelang Verf. wegen der Augenbewegungen noch nicht. — Die Literatur der Frage wird eingehend berücksichtigt. W. TRENDELENBURG (Freiburg i. Br.).

K. BJERKE. **Über die Berechnung des Brechwertes der Linse nach Myopieoperationen.** *v. Graefes Arch. f. Ophthalm.* 55 (3), 389—413.

Um die Resultate der neuerdings ausgeführten Operation der Linsenentfernung zur Beseitigung hochgradiger Myopie auch für die physiologische Optik nutzbar zu machen, gibt B. zwei Formeln an, welche die Berechnung des Brechwertes der Linse gestatten, wenn die Refraktion des linsenhaltigen und linsenlosen Auges bestimmt, Hornhautrefraktion und Tiefe der Vorderkammer gemessen ist. Die eine Formel gilt für den Fall, dafs die Refraktion des Auges auf die wirkliche resp. scheinbare Lage des Mittelpunktes der Linse bezogen wird, die andere für den Fall, dafs die Refraktion auf den Hornhautscheitel bezogen wird. G. ABELSDORFF.

DÜRR. **Über das Ansteigen der Netzhauterregungen.** *Wundts Philosophische Studien* 18 (2). 61 S. 1902.

Die von DÜRR unternommene Untersuchung betrifft weniger die Feststellung des zeitlichen Verlaufes des Anstieges der Netzhauterregungen als vielmehr die Frage, welche Zeit nötig ist, damit die Netzhauterregung bei gegebener Reizstärke ihr Maximum erreicht und ferner die Frage, um wieviel die Intensität der Empfindung, wenn der Zeitpunkt ihrer maximalen Stärke erreicht ist, diejenige einer zweiten durch dieselbe Reizstärke ausgelösten Empfindung übertrifft, welche den Zeitpunkt des Maximums bereits um ein bestimmtes konstantes Zeitintervall überschritten hat, also bereits auf dem wiederabsteigenden Ast der zeitlichen Intensitätskurve steht. Bei den Versuchen wurde in der Weise verfahren, dafs der eine der beiden Reize und zwar der längere wirksame „Normalreiz" in seiner objektiven Intensität so lange variiert wurde, bis er dem kurz dauernden „Vergleichsreiz" subjektiv gleich erschien. Aus der Differenz der objektiven Lichtintensitäten konnte dann der Unterschied der Empfindungsintensität für objektiv gleiche Reize für den betreffenden Punkt des Erregungsablaufes berechnet werden. Es wurde dann die Wirkungsdauer des Vergleichsreizes aufgesucht, bei welcher die auf Empfindungsintensitäten umzurechnende Differenz der Reizintensitäten ihr Maximum hatte; es zeigte sich, dafs dieses in einem recht konstanten Zeitpunkt nach Beginn der Reizwirkung eintritt und dafs sowohl kurz vor, wie kurz nach diesem Moment stets geringere Unterschiede gefunden werden.

Die Versuche wurden bei Hell- und bei Dunkeladaptation des Auges, ferner bei Verwendung weifser und farbiger Lichtreize durchgeführt. Bei Dunkeladaptation ergab sich bei der Zeit des Erregungsanstieges bei Prüfung mit weifsem Lichtreiz im Mittel = 0,266 Sekunden, bei Verwendung farbiger Reize aber 0,529—0,553 Sekunden. Es zeigte sich also, dafs farbige Reize erheblich längere Zeit bedurften, um die zugehörige Empfindung bis zur Maximalintensität zu führen; in diesem Punkte stimmten alle Farben, rot, grün, gelb und blau in ihrem Verhalten überein. Auch bei Helladaptation ergab sich derselbe bedeutende Unterschied

zwischen der Zeit, welche weifses, und derjenigen, welche homogenes Licht auf das Auge wirken mufste, um das Maximum der Empfindung zu erregen. Weifses brauchte im Mittel 0,27, farbiges dagegen 0,523 Sekunden.

Die Intensität der Lichtreize erwies sich ohne Einflufs auf die Gröfse der Expositionszeit, bei welcher das Maximum der Empfindung erregt wird.

Dürr kommt auf Grund seiner Versuchsergebnisse also zu folgenden Sätzen: 1. Jeder qualitativ bestimmte Lichtreiz besitzt unabhängig von seiner Intensität und den Adaptationsverhältnissen des Beobachters eine höchstens innerhalb enger Grenzen variierende Expositionszeit, bei welcher er das Maximum der Empfindung erregt. 2. Die einzelnen Farbenempfindungen erreichen ihr Intensitätsmaximum bei ungefähr der gleichen Expositionszeit des Reizes, die Weifsempfindung dagegen nach erheblich und typisch kürzerer Expositionszeit.

Ein typischer Unterschied zwischen den von hell- und den vom dunkeladaptierten Sehorgan ausgelösten Empfindungen ergab sich hinsichtlich der Quantität, um welche die Maximalintensität der Vergleichsempfindung die der Normalempfindung übertraf. Der Vergleichsreiz nämlich, der bei Dunkeladaptation einem bestimmten Normalreiz gleich erscheinen kann, ist etwa um das 2,8fache kleine als der Vergleichszeiz, welcher bei Helladaptation denselben Normalreiz gegenüber als gleich beurteilt wird. Demnach würde die Intensität der Empfindung bei Hell- und Dunkeladaptation zwar im gleichen Zeitpunkt ihr Maximum erreichen, dieses Maximum würde aber bei Dunkeladaptation einen Wert (relativ) erheblich gröfseren Wert haben; der Anstieg der Erregung würde demnach unter diesen Bedingungen viel steiler erfolgen.

So interessant die Ergebnisse Dürrs sind und so sorgfältig die Versuche durchdacht und ausgeführt sind, möchte ich doch nicht unterlassen, auf einige Punkte hinzuweisen, welche den Wert der Resultate vielleicht beeinträchtigen, andererseits aber die Richtung zeigen, in welcher eine Vervollständigung der Versuchsreihen zu wünschen wäre. Zunächst vermisse ich nähere Angaben über die Helligkeit der verwendeten Lichtreize; es handelt sich hier natürlich nicht darum, die physikalische Intensität zu definieren, vielmehr wäre es wertvoll, etwas über die physiologischen Werte der Lichter zur Kenntnis zu bringen, d. h. also vor allem anzugeben, ob die bei Dunkeladaptation verwandten Reize für das helladaptierte Auge oder für die Fovea centralis über- oder unterschwellig waren etc. Ein weiterer Mangel der Methodik, auf den auch Dürr selbst hinweist, liegt darin, dafs bei den Versuchen mit farbigen Reizen der Normalreiz farblos blieb. Hier kommen also alle Mifslichkeiten des heterochromen Helligkeitsvergleichs ins Spiel und es wäre in der Tat erwünscht, dafs durch Vervollständigung in diesem Punkte der auffällige Unterschied zwischen Weifs- und Farbenempfindungen über alle Zweifel sicher gestellt wurde.

H. Piper (Berlin).

F. HILLEBRAND. **Theorie der scheinbaren Gröfse bei binokularem Sehen.** *Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie* 72. 1902.

Unter „scheinbarer Gröfse" versteht H. das, was man wohl auch als unmittelbaren Gröfseneindruck bezeichnen kann, „die Ausdehnung des Empfindungsinhalts im Sehraum", das, was HERING als „Sehgröfse" bezeichnete, eine Bestimmung, die von der scheinbaren Gröfse im physikalischen Sinne (dem Gesichtswinkel) aber auch von der „geschätzten Gröfse", dem Ergebnis einer reflektierenden Beurteilung, wohl zu unterscheiden ist. Sie mufs jedenfalls vom Gesichtswinkel abhängen, aufserdem aber auch noch durch die Verhältnisse der Entfernung mitbestimmt werden. Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung war, zu ermitteln, wie sich bei binokularer Beobachtung (und unveränderlicher Blickebene) der Gesichtswinkel mit der Entfernung ändern mufs, damit die scheinbare Gröfse konstant bleibt.

Im Anschlufs an die bekannte Tatsache, dafs zwei Objekte von etwa linearer Form (Eisenbahnschienen, Baumreihen), die sich parallel zueinander direkt vom Beobachter fort in die Entfernung erstrecken, in dieser Richtung zu konvergieren scheinen, wurde zunächst die Aufgabe gestellt, zwei vom Beobachter fort über eine 4 m lange Tischplatte hin verlaufende Fäden auf scheinbaren Parallelismus einzustellen. Es ergibt sich, dafs die Fäden stets etwas divergent gestellt werden müssen (bis etwa 3°), um so stärker, je gröfser der Abstand der Fäden voneinander ist, jedoch niemals auch nur annähernd so stark, dafs etwa dieser Abstand an der entferntesten Stelle unter gleichem Gesichtswinkel erschiene wie an einem nahen.

Ob die Einstellung mit fixiertem oder mit beliebig wanderndem Blick gemacht wurde, war in diesem Falle ohne nennenswerten Einflufs auf das Resultat.

Die bei dieser Versuchsanordnung gestellte Aufgabe ist nur annähernd zu erfüllen, weil die objektiv gradlinigen Objekte nicht gradlinig, sondern auch etwas gekrümmt erscheinen (wenigstens in den dem Beobachter näheren Teilen). In einer folgenden Reihe wurden daher neun Paare vertikaler Fäden so aufgestellt wie die Bäume, die eine vom Beobachter fort verlaufende Allee einfassen, und dabei der Querabstand jedes Paares sich gegenüberliegender Fäden variabel gemacht. Die Aufgabe war dann, diese alleeartig angeordneten Fäden so einzustellen, dafs ihre Fufspunkte in parallelen geraden Linien zu stehen scheinen. In Wirklichkeit bilden sie dann gewisse, vom Verf. als Alleekurven bezeichnete, schwachgekrümmte und zwar gegen die Medianebene konkave Linien, die also mit ihrem, dem Beobachter nahen Teile am stärksten in den entfernten schwächer divergieren. Hier waren übrigens die Ergebnisse verschieden je nachdem die Einstellung mit fixiertem oder mit beliebig wanderndem Blick gemacht wurde; im letzteren Falle war sowohl die Divergenz gegen die Entfernung wie die Konkavität merklich geringer.

Die Versuche lehren, dafs dasjenige Moment, das neben dem Gesichtswinkel die scheinbare Gröfse bestimmt, jedenfalls nicht in der objektiven Entfernung gefunden werden kann; Verf. wirft nun die Frage auf, ob hier vielmehr die scheinbaren (gesehenen) Entfernungsunterschiede mafsgebend

seien, von welchen hier angenommen werden darf, daſs sie sich lediglich nach den Verhältnissen des binokularen Sehens richten. In der Tat findet sich nun, daſs wenn man den Winkelwert, um welchen zwei Punkte einer solchen Alleekurve für das rechte Auge voneinander abstehen, mit μ, und den Winkelwert, um den sie für das linke Auge voneinander abstehen, mit ν bezeichnet, die Verhältnise $\frac{\mu}{\nu}$ für alle Teile einer solchen Kurve sehr annähernd konstant sind. Da nun die Gesichtswinkel, unter denen die Querlinien gesehen werden, den Winkeln μ, die Querdisparationen aber den Werten $\mu-\nu$ proportional sich ändern, so folgt, daſs die verschieden entfernten Objekte dann gleich groſs erscheinen, wenn die Unterschiede der Gesichtswinkel zu den Unterschieden ihrer Disparationen in einem ganz bestimmten Verhältnis stehen. Dieses Gesetz bewährt sich mit groſser Annäherung, wenn die Versuche so gemacht werden, daſs stets bei Fixation eines Fadens die Einstellung des nächstentfernteren Paares auf gleichen Querabstand gemacht wird. Es involviert, daſs jenseits einer gewissen Grenze, wo sich die Querdisparationen nicht mehr merklich ändern, auch die Gesichtswinkel konstant bleiben.

Über den absoluten Wert jenes Verhältnisses $\frac{\mu}{\nu}$ oder $\frac{\mu}{\mu-\nu}$ gibt die Theorie keine Auskunft; mit anderen Worten: sie läſst unentschieden, welche Zunahme des Netzhautbildes zu einem bestimmten Betrage der Querdisparation gehört. Dagegen kann, wenn dieser Wert für eine Alleekurve von gewisser Breite ermittelt ist, sein Betrag auch für Alleekurven von anderer Breite berechnet werden, wenn man über die Gestalt des für den betreffenden Beobachter geltenden Längshoropters gewisse Annahmen macht; die vom Verf. unter Zugrundelegung eines empirischen Längshoropters berechneten Werte $\frac{\mu}{\nu}$ stehen mit den durch die Beobachtung gefundenen ebenfalls in guter Übereinstimmung.

Ref. möchte zu der interessanten, aber nicht ganz leicht lesbaren Arbeit eine Bemerkung machen, die vielleicht dem Verständnis förderlich sein kann. Der Formulierung, die der Verf. jener Gesetzmäſsigkeit gibt, daſs gleiche Zunahmen des Gesichtswinkels gleichen Unterschieden der gesehenen Entfernung entsprechen, wobei diese nach den Querdisparationen gemessen sein sollen, haftet, wie dem Ref. scheint, mindestens auf den ersten Blick etwas Befremdendes an.

Man wird nämlich doch fragen müssen, ob wirklich die gesehenen Entfernungen nach den Querdisparationen gemessen werden können, ob z. B. der Tiefenabstand eines ersten von einem zweiten und dieses von einem dritten Fadenpaar gleich erscheint, wenn die Unterschiede der Querdisparationen jedesmal die gleichen sind. Ob sich dies so verhält, ist zum mindesten zweifelhaft, ja es ist gerade im Hinblick auf die von H. gefundene Gesetzmäſsigkeit wenig wahrscheinlich. Denn eine Beziehung zwischen den gesehenen Entfernungen in diesem Sinne und dem für die Erzielung gleichen Gröſseneindrucks erforderlichen Gesichtswinkel könnte wohl kaum von der hier angegebenen Form einer linearen Abhängigkeit sein. Hiernach wäre wohl richtiger zu sagen, daſs Verf. eine gesetzmäſsige Beziehung

zwischen den Querdisparationen und Gesichtswinkeln aufstellt, dafs dabei aber die wirklichen Werte der gesehenen Entfernungen ganz in suspenso bleiben. Nimmt man an, dafs es gerade die gesehene Entfernung ist, die (neben dem Gesichtswinkel) den Gröfseneindruck bestimmt, so wird man sagen dürfen, dafs hierdurch der Aufstellung des Verf. zunächst noch eine gewisse Unvollständigkeit oder Undurchsichtigkeit anhaftet. Vielleicht ist aber an der von H. gefundenen Gesetzmäfsigkeit gerade das beachtenswert, dafs zwischen jenen beiden physiologischen Momenten (Zunahme des Gesichtswinkels und der Querdisparation) eine einfache Beziehung stattfindet, trotz der viel verwickelteren Art, in der der Wert der gesehenen Entfernung sich bestimmt. v. Kries (Freiburg i. B.).

Frank Allen. **Persistence of Vision in Color-Blind Subjects.** *Physical Review* **15** (4), 193—225.

In früheren, an normalen Augen vorgenommenen Versuchen hatte Allen gefunden, dafs die Flimmerwerte verschiedenfarbiger Lichter sich in gesetzmäfsiger Weise mit der Wellenlänge im Spektrum ändern, so zwar, dafs die Lichter der beiden Enden des Spektrums erheblich geringerer Reizzahl pro Sekunde bedürfen, um eine kontinuierliche Lichtempfindung zu erzeugen, als die des mittleren Spektralabschnittes. Wird die Zeiteinheit (Sekunde) durch die Zahl der Lichtreize dividiert, welche gerade nötig ist, um den Eindruck einer ununterbrochenen Netzhautbelichtung hervorzurufen, so erhält man den Flimmerwert des betreffenden Lichtes, und trägt man diese für die einzelnen verschiedenfarbigen Lichter erhaltenen Werte als Funktion der Wellenlänge in ein System rechtwinkliger Koordinaten ein, so ergibt sich eine glatte Kurve, welche für das normale Auge bis 560 $\mu\mu$ fällt und dann wieder ansteigt.

Die gleichen Untersuchungen, an 26 farbenblinden Individuen wiederholt, ergaben sehr bemerkenswerte Abweichungen von diesem normalen Kurventypus. Allen unterscheidet nach den Flimmerwertbestimmungen 6 verschiedene Typen unter den Farbenblinden: 1. solche mit abnorm grofsen Flimmerwerten am roten Spektralende, sonst aber normalem Kurvenverlauf. 2. Solche mit abnorm grofsen Werten im mittleren (gelbgrün bis blaugrün) Teile des Spektrums. 3. Kurven, welche durch zu grofse Flimmerwerte im Rot und dann noch einmal im Grün von der Norm abweichen (Kombination von Typus 1 und 2). 4. Eine Modifikation des vorigen: die Kurven fallen im ganzen Rot und Grün auseinander. 5. Abnorm grofse Flimmerwerte im Rot und Violett, Mitte normal. 6. Abnorm grofse Flimmerwerte im Grün und Violett, rotes Spektralende normal. 7. Die sämtlichen Flimmerwerte sind gröfser als die des normalen Auges; die Kurven laufen parallel, die des Farbenblinden liegt aber auf gröfserer Ordinatenhöhe als die des Normalen. Ein 8. Typus ist nicht beobachtet, wird aber theoretisch postuliert: die Flimmerwerte würden nur am violetten Ende des Spektrums von der Norm abweichen, im mittleren und roten Teil aber mit denen des normalen Auges übereinstimmen.

Eine exakte Prüfung der Farbenblinden auf Typendifferenzen ist nicht vorgenommen worden und die knappen Angaben über die Resultate der Holmgrenschen Wollproben reichen nicht aus, um ein Urteil in diesem

Punkte zu gestatten. ALLEN versucht nun, ohne die Bedeutung dieses Mangels zu verkennen, seine Ergebnisse zu sehr interessanten, aber auch sehr anfechtbaren theoretischen Schlüssen zu verwerten. Er argumentiert so: der Flimmerwert eines Lichtes hängt nur von dessen Intensität, nicht aber von der Qualität ab; je heller die Lichtreize, eine desto gröfsere Zahl pro Sekunde ist nötig, um eine kontinuierliche Lichtempfindung auszulösen; wenn die verschiedenwelligen Spektrallichter verschiedene Flimmerwerte haben, so liegt das nur daran, dafs sie verschieden hell sind, gelb, gelbgrün und orange am hellsten (kleinste Flimmerwerte), rot, blau und violett dunkler (gröfsere Flimmerwerte).

Die Untersuchungen der Farbenblinden zeigen nun, dafs die Abweichungen von der Norm (abgesehen vom 7. Typus) stets an einer oder zwei von drei bestimmten Stellen des Spektrums zu finden sind, im rot, grün und violett. Typus 1 zeigt im Rot, Typus 2 im Grün abnorm grofse Flimmerwerte (ein weiterer theoretisch postulierter, aber nicht von A. beobachteter Typus würde sie im Violett zeigen). Bei Typus 3 und 4 weichen die Werte im Rot und Grün, bei Typus 5 im Rot und Violett und bei Typus 6 im Grün und Violett von der Norm ab.

Unter Zugrundelegung der YOUNG-HELMHOLTZschen Farbentheorie vermutet nun ALLEN, dafs diese Typen als Ausfallserscheinungen entweder einer oder zweier der drei farbenempfindlichen Sehsubstanzen aufzufassen sind. Mit der HERINGschen Theorie, welche nur 2 Typen partieller Farbenblindheit je nach dem Ausfall der Rot, Grün- oder der Gelb-Blau-Substanz und die totale Farbenblindheit als möglich erscheinen läfst, findet ALLEN seine Befunde in absolutem Widerspruch.

Immerhin aber kommt ALLEN auch unter Annahme der YOUNG-HELMHOLTZschen Theorie, abgesehen von der Konstruktion einer so grofsen Zahl von Farbenblinden-Typen, auch noch in anderer Beziehung zu eigenartigen Schlüssen. Die Annahme, dafs die Flimmerwerte sich nur mit der Helligkeit des Lichtes, nicht mit der Farbe ändern, führt A. zu dem Satz, dafs die Farbigkeit einer Empfindung sich stets als ein Plus über eine Helligkeitsempfindung lagert und dafs, wenn der farbige Anteil in Wegfall kommt, wie es bei Partiell-Farbenblinden stellenweise der Fall ist, immer noch die unterliegende Weifs- oder Helligkeitsempfindung übrig bleibe. Dafs die nicht ausgefallenen farbigen Sehsubstanzen ihre Wirksamkeit auch auf das Spektralgebiet der ausgefallenen Komponente erstrecken können und nach den Untersuchungen KÖNIGS u. a. auch wohl erstrecken, wird von A. nicht berücksichtigt. Die wichtigste Stütze für seine hypothetische Weifsbasis findet A. vor allem in seinen Beobachtungen an einem Total-Farbenblinden (Typus 7). Dieser zeigte einige der charakteristischen sekundären Merkmale der fraglichen Abnormität: Lichtscheu, mangelhafte Sehschärfe, leichte Ermüdbarkeit der Netzhaut; nicht aber fand sich die sonst typische Verlagerung des Helligkeitsmaximum nach dem brechbaren Spektralende, jene theoretisch so wichtige Erscheinung, in welcher die Total-Farbenblinden sich verhalten wie die Normalsichtigen im Dämmerungssehen. Die Bestimmung der Flimmerwerte ergab, dafs dieselben im ganzen Spektrum gröfsere Werte hatten, als die des Normalen. In-

teressanterweise liefs sich vom Normalen eine fast identische Kurve gewinnen, wenn das Auge vor den Messungen stark ermüdet war. Aber auch diese Argumente für die Existenz einer den Farbenempfindungen zugrunde liegenden weifsen Helligkeitsempfindung verlieren ihre Beweiskraft im Hinblick auf die wohlbegründete und durch zahlreiche Experimente bewiesene, wie es scheint aber von ALLEN nicht genügend gewürdigte Theorie, welche die farblose Helligkeitsempfindung im Dämmerungssehen des Normalen und das Sehen des Total-Farbenblinden als eine Funktion des Stäbchenapparates betrachtet und die Farbenempfindungen und die aus diesen gemischte, nicht aber dazu addierte Weifsempfindung beim Sehen im Hellen als Zapfenfunktion auffafst. Im Lichte dieser Theorie würden sich die Ergebnisse ALLENS in manchen Punkten wesentlich anders ausnehmen und vielfach zu anderer theoretischer Verwertung gelangen; vor allen Dingen aber wäre zu verlangen, dafs bei Flimmerwertmessungen ganz feste Bedingungen bezüglich des Adaptationszustandes des Auges eingehalten würden und dafs über diesen Punkt bestimmte Angaben bei Beschreibung der Versuche angefügt würden: denn nach den Untersuchungen POLIMANTIS, welche ALLEN unbekannt zu sein scheinen, wechseln die Flimmerwerte nicht nur mit der Intensität des Reizlichtes, dem von ALLEN berücksichtigten Faktor, sondern auch in typischer Weise mit der Adaptation des Auges. Bei dem Fehlen bezüglicher Angaben mufs der Wert der ALLENschen Ergebnisse eine erhebliche Einschränkung erfahren. H. PIPER (Berlin).

H. J. PEARCE. **Über den Einflufs von Nebenreizen auf die Raumwahrnehmung.** Diss. Würzburg 1903. 81 S. Auch: *Arch. f. d. ges. Psychol.* **1** (1), 31—109. 1903.

Das Hauptproblem der vorliegenden Arbeit läfst sich allgemein dahin formulieren: Welchen Einflufs auf die normale räumliche Auffassung eines gegebenen Hauptreizes oder einer durch eine Anzahl solcher Reize bezeichneten Strecke haben andere gleichzeitig damit gegebene, gleichartige Reize, sogenannte Nebenreize? Die Methode zur Bestimmung dieses Einflusses ist die der Vergleichung: Zunächst wird ohne Einwirkung von Nebenreizen die gegenseitige Lage zweier in bestimmter Entfernung voneinander sukzessiv applizierter Druckreize bzw. das Gröfsenverhältnis zweier nacheinander gegebener Strecken von bestimmter Ausdehnung beurteilt. Dann erfolgt die Wiederholung des Versuchs unter Anwendung von gleichzeitig mit dem zweiten Eindruck einwirkenden Nebenreizen. Die Veränderung des Urteils ergibt den gesuchten Einflufs. Der Apparat, welcher zunächst gebraucht wird, um die Reize zu geben, ist nach den Angaben von Prof. KÜLPE konstruiert und besteht aus zwei Zirkeln, so verbunden, dafs der eine um den anderen gedreht werden kann.

Die wichtigsten Resultate der mit diesem Apparat ausgeführten Versuchsreihen sind folgende: Während an den benützten Hautstellen (der Volarseite des Unterarms) ohne Einwirkung von Nebenreizen eine Distanz zweier Druckreize von mindestens 1 cm mit Sicherheit richtig beurteilt wird, zeigt sich der Einflufs von Nebenreizen in einer derartigen Fälschung des Urteils, dafs namentlich in dem besonderen Fall, wo der Vergleichsreiz unter dem Normalreiz (d. h. nach dem Handgelenk zu), der Nebenreiz oberhalb des Normalreizes einwirkt, noch bei einer Entfernung der Haupt-

reize von 3 cm überwiegend eine Umkehrung ihres Lageverhältnisses stattfindet. In den Versuchen über Vergleichung zweier Entfernungen tritt ein analoger Einfluſs darin hervor, daſs von zwei gleichen Strecken, von denen die zweite in den Versuchen ohne Nebenreize meist als kleiner beurteilt wurde, die mit einem Nebenreiz an zweiter Stelle gebotene immer häufiger als gröſser bezeichnet wird, je mehr die Entfernung des Nebenreizes vom Endpunkt derselben wächst.

Diese Resultate geben Veranlassung zu der Vermutung, daſs man eine Täuschung bei Beurteilung von Hautstrecken demonstrieren könne, ähnlich der von Müller-Lyer angegebenen bekannten optischen Täuschung. Versuche mittels eines Modells der Müller-Lyerschen Figur bestätigen diese Vermutung. Das Modell stellt die Strecke, an der die Täuschung beobachtet werden soll, durch ein mit der schmalen Längsseite auf die Haut aufzusetzendes Messingblech, die Schenkel durch Zapfen dar, welche in vier um die Endpunkte jener Strecke drehbaren Armen in variabler Anzahl und in verschiedener Entfernung vom Scheitel des durch sie bezeichneten Winkels angebracht werden können. Nachdem eine Versuchsreihe, bei welcher die beiden Typen der Müller-Lyerschen Figur miteinander verglichen wurden, bereits annähernde Resultate ergeben hat, werden genauere Bestimmungen mittels einer geeigneteren Methode gewonnen. Es wird nämlich eine einfache (schenkellose) Linie von variabler Länge mit einer Form der Täuschungsfigur verglichen und nach der Methode der Minimaländerungen diejenige Gröſse jener Linie bestimmt, bei welcher Normalreiz (die Strecke der M.-L. Figur) und Vergleichsreiz gleich erscheinen. Dabei zeigt sich, entsprechend der bekannten optischen Täuschung, eine Überschätzung des Normalreizes bei auswärts gekehrten Schenkeln der Täuschungsfigur, eine Unterschätzung im entgegengesetzten Fall. Die Überschätzung nimmt mit wachsender Gröſse des Normalreizes ab, die Unterschätzung nimmt unter gleichen Umständen, wenn auch nur in geringem Maſse, zu. Mit zunehmender Gröſse des von den Schenkeln gebildeten Winkels nimmt bei beiden Typen der M.-L. Figur die Täuschung ab. Mit der Zahl der die Schenkel bezeichnenden punktuellen Druckreize wächst die Täuschung wenigstens bei auswärts gekehrten Schenkeln. Das abweichende Verhalten bei einwärts gerichteten Schenkeln rührt möglicherweise von störenden Nebeneinflüssen her. Mit der Länge der Schenkel endlich nimmt die Täuschung ebenfalls, wenn auch nicht proportional der Verlängerung, zu.

Diese experimentellen Resultate stellen ein wertvolles Material dar, welches namentlich zur Beurteilung und zum Ausbau der Theorie der optischen Täuschungen herangezogen zu werden verdient. Der Verf. der vorliegenden Arbeit freilich sieht in ihnen nicht sowohl die Grundlage einer Theorie als vielmehr Erscheinungen, welche ihrerseits der theoretischen Ableitung bedürftig sind. Anstatt es als letzte Tatsache zu betrachten, daſs die Apperzeption eines Eindrucks durch den Einfluſs von Nebenreizen in bestimmter Richtung modifiziert wird, will er seine Resultate dadurch erklären, daſs er zwischen die Einwirkung des Reizes und die Lokalisation desselben, welche in den Urteilen „oben", „unten"

„gröfser", „kleiner" usw. ihren Ausdruck findet, komplizierte Prozesse einschiebt: Hand- und Armbewegungen oder doch die Bilder derselben sowie die motorischen Impulse zu den Wörtern „oben", „unten" etc. sollen erst die Lokalisation ermöglichen. Als ob eine Bewegung oder der Impuls zu einer solchen oder gar der Antrieb zur Wortartikulation die Raumauffassung mit sich führte! Auch den Begriff Suggestion, den Verf. für die von ihm vorausgesetzte Erweckung sensorisch-motorischer Vorstellungen durch Reiz und Nebenreiz einführt, würde Referent lieber vermeiden, und die Versuche, welche PEARCE über den Zusammenhang zwischen Intelligenz und Neigung zu den beschriebenen Lokalisationstäuschungen an Schulkindern angestellt hat, dürften sein allgemeines Urteil über die Beziehung der Intelligenz zur Suggestibilität kaum rechtfertigen.

DÜRR (Würzburg).

B. BOURDON. **La perception visuelle de l'espace.** 442 S. 143 Fig, *Bibliothèque de pédagogie et de psychologie*, publié sous la direction de ALFRED BINET, 4. Paris, Schleicher frères, 1902.

Das Buch ist zweifellos als eine literarische Erscheinung von hervorragender Bedeutung auf dem Gebiete der Gesichtswahrnehmungen zu betrachten: es ist zunächst ein aufserordentlich verdienstliches Werk, das verwickelte und in zahllosen Einzelarbeiten zerstreute Literaturmaterial über die visuelle Raumwahrnehmung einer kritischen Bearbeitung und monographischen Darstellung unterzogen zu haben, und das um so mehr, als diese Darstellung an Klarheit der Auffassung und Eleganz des Stiles nichts zu wünschen übrig läfst; dann aber bedeutet das Buch in allen möglichen Einzelfragen des behandelten Gebietes einen sehr wesentlichen Fortschritt, sei es dafs die Fragestellung klarer als bisher geschehen präzisiert und Anregung zu neuen Untersuchungen gegeben wurde, sei es dafs durch Ausführung ausgedehnter Reihen eigener Experimentaluntersuchungen wertvolle Ergebnisse erzielt oder Lösungen alter Probleme angebahnt wurden. Und das letztere ist in jedem Kapitel, ja fast in jedem Abschnitt des Buches des Fall. Es wird also, wie ich annehme, den Lesern dieser Zeitschrift, welche auf gleichem Gebiete arbeiten oder sich interessieren, willkommen sein, das Buch B.s hier durch eingehende Besprechung berücksichtigt zu finden.

Im einleitenden Kapitel werden zunächst in aller Kürze die wichtigsten Tatsachen aus der Anatomie des Auges und die Grundbegriffe der physiologischen Dioptrik rekapituliert; nachdem die Gesetze der Lichtbrechung in den brechenden Medien des Auges, die Berechnung des Strahlenganges mit Hilfe der optischen Kardinalpunkte nach GAUSS, die Bestimmung der optischen Konstanten des Auges, die Funktion der Iris, die Entwicklung der von HELMHOLTZ eingeführten Begriffe der optischen Achse, der Gesichtslinie, der Visierlinien und der Richtungslinien, die sphärische und chromatische Aberration des Lichtes im Sehorgan und endlich die Refraktions anomalien mit Einschlufs des physiologischen und pathologischen Korneal- und Linsenastigmatismus in knappster Darstellung gestreift und durch Anführung weniger prägnanter Versuche illustriert sind, nachdem dann kurz die Berechnung der Gröfse der Netzhautbilder an LISTINGS reduziertem

Auge vorgeführt worden ist, finden die für die Raumwahrnehmung wesentlichen peripherischen Werkzeuge des Sehorganes, der Akkommodationsapparat und die Augenbewegungen eingehendere Berücksichtigung. Es werden die Begriffe der Akkommodationsbreite, des Punctum proximum und remotum an der Hand des Scheinerschen und anderer Experimente vorgeführt, dann werden die bisher wenig erfolgreichen Versuche besprochen, durch welche über den zeitlichen Verlauf und die Geschwindigkeit des Akkommodationsvorganges Aufschlufs gesucht wurde; es schliefsen sich weitere Bemerkungen an über das Zusammenwirken von Akkommodation und Irisbewegung, über die Abhängigkeit der Gröfse der Zerstreuungskreise von der Weite der Pupille und die Möglichkeit ungenaue Linseneinstellung durch künstliche Verengerung der Pupille (stenopäische Brille) zu kompensieren, und schliefslich wird die Tatsache, dafs im emmetropischen Auge bei Einstellung auf Entfernungen von 4 m — ∞ ein Wechsel des Akkommodationszustandes nicht nachgewiesen werden kann (Bourdon), dazu benutzt, um die aufserordentlich geringe Rolle des Akkommodationsapparates für die Tiefenwahrnehmung zu demonstrieren. Als wesentlich wichtiger erweisen sich in dieser Beziehung die Augenbewegungen. Schon ein Auge für sich ist bis zu einem gewissen Grade fähig, die Wahrnehmung von Entfernungsdifferenzen zu vermitteln; denn bei Bewegungen des Auges verändert das Pupillenzentrum und der Knotenpunkt seinen Ort im Raume und die Gegenstände werden infolgedessen unter veränderter Parallaxe gesehen; viel gröfser wird die parallaktische Verschiebung natürlich, wenn Bewegungen des Kopfes und des Rumpfes hinzukommen.

Das wichtigste Mittel zur visuellen Tiefenwahrnehmung aber ist uns darin gegeben, dafs wir beim Binokularsehen die Gegenstände mit jedem Einzelauge von zwei verschiedenen Punkten im Raume aus „stereoskopisch“ sehen und die beiden differenten Netzhautbilder zu einer plastischen Wahrnehmung kombinieren können. Für das Studium dieser Funktion ist die Kenntnis der Augenbewegungen Grundlage.

Donders stellte zunächst das Gesetz fest, dafs für eine jede bestimmte Stellung der Blicklinie auch das ganze Auge eine bestimmte Lage im Koordinatensystem des Kopfes einnimmt. Listing fand dann, dafs bei Übergang des Auges aus der Primärstellung in eine sekundäre (parallele Blicklinien) die Drehung des Bulbus um eine Achse erfolgt, welche zur Ausgangs- und Endlage der Blicklinie senkrecht ist. Über die Geschwindigkeit der Augenbewegungen und über den Verlauf der Bewegung im einzelnen ist noch nichts Genaueres bekannt, da noch keine geeignete Registriermethode gefunden ist.

Das Listingsche Gesetz beansprucht nur Gültigkeit, solange es sich um Bewegungen mit parallel bleibenden Sehachsen handelt. Bei Konvergenz der Sehachsen ist mit Blickhebung Divergenz der bei Primärstellung senkrechten Netzhautmeridiane nach oben, bei Blicksenkung Divergenz nach unten verknüpft, d. h. es treten sog. Raddrehungen ein. Ebensolche und zwar im Sinne einer Kompensation der Drehung des Vertikalmeridianes der Netzhaut sind nachzuweisen, wenn der Kopf oder Körper seitwärts geneigt wird. Auch kann man zwei je einem Auge sichtbare Linien, welche leicht divergieren oder einen Höhenunterschied aufweisen,

durch abnorme Augenbewegungen zur Vereinigung bringen, so daſs das Bild nur einer Linie wahrgenommen wird. Diese wie überhaupt die meisten Feststellungen über Augenbewegungen sind gröſstenteils in der bekannten Weise durch Nachbildversuche gewonnen und vom Verf. ausgiebig kontrolliert.

In Kürze wird dann auf die bekannte Synergie von Akkommodation und Konvergenz und auf den Konvergenzspielraum bei bestimmter Einstellung des Akkommodationsapparates, der sich durch Wahrnehmung von Doppelbildern nachweisen läſst, hingewiesen und einige abschlieſsende Bemerkungen des Kapitels gelten der Ausdehnung des Gesichtsfeldes bei monokularer und binokularer Beobachtung, bei bewegtem und festgestelltem Auge, sowie der Gröſse des Fixierfeldes, d. i. der Gröſse des Feldes, welches bei festgestelltem Kopf, aber bewegtem Auge foveal gesehen werden kann.

Im zweiten Kapitel werden in knapper Übersicht die wichtigsten physiologischen Funktionen hervorgehoben, welche für die visuelle Raumwahrnehmung in Betracht kommen. Die Sehschärfe im direkten und indirekten Sehen und ihre Bedeutung für die Richtungswahrnehmung findet Erwähnung und auf die Rolle des zeitlichen Ablaufes der Netzhauterregung für die Wahrnehmung von Bewegungen wird an der Hand einige Versuche hingewiesen. Bemerkenswert ist die Wichtigkeit, welche Bourdon nach eigenen Versuchen den taktilen und Muskelempfindungen der Augenlider für die Beurteilung der Stellung des Auges zuzuerkennen geneigt ist. Nachdem dann die Bedeutung der Kopf- und Körperbewegungen und der in deren Gefolge auftretenden parallaktischen Verschiebungen der Objekte und die fundamentale Wichtigkeit, welche die binokulare Vereinigung der beiden monokularen, inkongruenten Netzhautbilder (Stereoskopie) für die Tiefenwahrnehmung spielt, betont worden ist, werden einige mehr psychologische Faktoren, welche für unsere Raumauffassung wesentliche Bedeutung haben, näher besprochen. Die Schlüsse, welche wir aus der wechselnden Gröſse und Form der Netzhautbilder auf die Gröſse, Richtung und Entfernung der Objekte unter Zuhilfenahme früherer Erfahrungen ziehen, werden nach diesen ihren Ursachen analysiert; für die Kenntnis der Stellung des Auges im Kopfe erkennt Bourdon den Innervationsgefühlen, welche von den Augenmuskeln zentripetal verlaufen müſsten, nicht die Bedeutung zu, welche Helmholtz für dieselben in Anspruch nahm, vielmehr schlieſst sich B. der Theorie Wundts an, nach welcher die Vorstellung der vorher willkürlich ausgeführten Augenbewegungen der Hauptsache nach die Kenntnis der Augenstellung vermittelt.

Mit Kapitel 3 beginnt die spezielle Besprechung der einzelnen für die Raumwahrnehmung wesentlichen physiologischen und psychologischen Faktoren, zuerst die der Sehschärfe. Nach kurzen kritischen Vorbemerkungen über die üblichen Prüfungsmethoden folgen quantitative Angaben über die maximale Sehleistung der Netzhaut, d. h. über den kleinsten Gesichtswinkel, unter dem zwei Punkte als zwei erkannt werden können, normale dioptrische Verhältnisse vorausgesetzt. Daran fügen sich Erörterungen über die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Helligkeit und Farbe des Objektes, über die Bedeutung der Irradiation und des Kontrastes für die Sichtbarkeit kleinster Gegenstände und über die Abnahme der Seh-

schärfe mit dem Alter, die teils auf leichte Trübung der brechenden Medien, teils auf Veränderungen in der Netzhaut und im gesamten Nervenapparat zurückgeführt werden. Nachdem auch die geringere Sehschärfe im indirekten Sehen Berücksichtigung gefunden hat und besonders hervorgehoben ist, dafs mit der Zunahme des Winkels zwischen Gesichtslinie und Richtungslinie des Objektes die Sehschärfe progressiv abnimmt, folgt die Diskussion über die von HELMHOLTZ und HENSEN entwickelte Ansicht, dafs die quantitativen Verhältnisse der Sehschärfe in den anatomischen Feststellungen über die Anordnung der Netzhautelemente, speziell der Zapfen, eine befriedigende Erklärung finden. BOURDON ist der Ansicht, dafs dies für die foveale Sehschärfe, wenn auch nicht einwandsfrei, so doch zutreffend, sein kann, dafs aber die Theorie für die Verhältnisse des indirekten Sehens kaum ausreicht. — Erörterungen über die Sehschärfe bei Dunkeladaptation (Stäbchensehschärfe) fehlen.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit der Formwahrnehmung, für deren Zustandekommen als wesentlichster Faktor die Qualität der Netzhautbilder der Objekte in Betracht kommt. Zwar spielen zweifellos auch Kopf- und Augenbewegungen eine gewisse Rolle, doch haben dieselben wohl nur den Zweck, bei gröfseren Objekten der Netzhaut resp. der Fovea centralis eine geschlossene Reihe von Netzhautbildern zuzuführen, aus deren Kombination die Wahrnehmungen der Formen des Objektes dann ermöglicht ist. Die analytische Untersuchung beschränkt sich auf den einfachsten Fall, nämlich den festzustellen, mit welcher Genauigkeit eine Linie als gerade resp. gebrochen erkannt werden kann. Die Aufgabe war, 3 Lichtpunkte im sonst dunkeln Gesichtsfeld so einzustellen, dafs ihre Verbindung eine Gerade bildet; bei einigen Versuchen wurde der mittlere Punkt fixiert, bei anderen wurde die Strecke zwischen den beiden äufseren Punkten beliebig mit dem Blick durchlaufen. Es zeigte sich, dafs in beiden Fällen die Fehler sehr gering waren, im letzten noch geringer als im ersten. Die gleichen Versuche, bei indirektem Sehen wiederholt, ergaben das bekannte Resultat, dafs eine Gerade als konkav zur Fovea gekrümmte Kurve erscheint und dafs Kurven, deren Bilder eine gewisse Konvexität zur Fovea hin aufweisen, als Gerade gesehen werden. Als wahrscheinlich richtige mathematische Formulierung und Erklärung dieser Erscheinung betrachtet BOURDON die folgende: Indirekt gesehene krumme Linien erscheinen gerade, wenn sie auf solchen kleinen Netzhautkreisen abgebildet werden, welche grofsen durch die Fovea gehenden parallel sind. Mit dieser Ansicht tritt B. in Gegensatz zu der von HELMHOLTZ entwickelten Theorie, nach welcher für die Beurteilung der geraden Linie den Augenbewegungen ausschlaggebende Bedeutung zuerkannt wird und welche eine mathematische Formulierung in der bekannten Konstruktion der durch den Occipitalpunkt ziehenden „Richtkreise" gefunden hat.

Bei Untersuchung der Gröfsenwahrnehmung, welche im 5. Kapitel folgt, werden wiederum die in Betracht kommenden physiologischen Hilfsmittel der Reihe nach besprochen. Den Augen-, Kopf- und Körperbewegungen wird, wie für die Formwahrnehmung, auch hier eine nur sekundäre Bedeutung zuerkannt, die Gröfse der Netzhautbilder dagegen als von hervorragender Wichtigkeit für das Gröfsenurteil aufgefafst, ebenso die durch Erfahrung ge-

wonnene Fähigkeit, die bei verschiedenem Abstand der Objekte wechselnden Bildgröſsen zu einem Urteil über die absolute Gröſse zu verwerten. Daſs die Gröſse des Netzhautbildes allein keine Garantie für ein sicheres Gröſsenurteil gibt, wird durch verschiedene Tatsachen bewiesen: Der Mond erscheint uns am Horizont gröſser als im Zenith, obwohl sein Netzhautbild seine Gröſse nicht geändert hat; die Gröſse von Nachbildern erscheint verschieden, je nach der Entfernung, in welche unsere Vorstellung sie projiziert; beim Gröſsenvergleich geometrisch ähnlicher Objekte von unbekannter Gröſse und von unbekanntem Abstande kommen regelmäſsig grobe Irrtümer vor, namentlich bei unokularer Beobachtung (Versuch, über die Gröſsenrelation zweier leuchtender Kreise in der Dunkelheit zu urteilen). Es folgen Versuche, welche durch Gröſsenvergleich dreier Fäden über die Wahrnehmbarkeit geringster Gröſsenunterschiede Aufschluſs geben. Es zeigte sich, daſs die Empfindlichkeit dafür nicht besonders groſs ist, geringer bei feststehendem als bei freibeweglichem Auge, genauer für vertikale als für horizontale ausgedehnte Objekte. Was dann die Versuche über Gröſsenschwellen betrifft, so ergaben diese keine eindeutigen Resultate, da mit der Winkelgröſse auch die Helligkeitsempfindung zunimmt, da ferner die Helligkeit überhaupt sowie der Kontrast eine wesentliche Rolle spielt und da endlich bei Untersuchung minimaler Objektgröſsen die Irradiation sich sehr störend geltend macht. Die Gröſsenschätzung im indirekten Sehen erwies sich, wie zu erwarten, als sehr ungenau. Der Gröſsenvergleich geometrisch ähnlicher Flächen von einfacher Konfiguration erfolgte mit ziemlich groſser Genauigkeit, doch machte sich hier die Tendenz geltend, lineare Distanzen, nicht die unmittelbare Flächenanschauung für das Urteil zu verwerten. Das Kapitel bringt dann noch einige Bemerkungen über Mikropsie bei Akkommodationslähmung; dieselbe wird als eine Urteilstäuschung aufgefaſst, welche im Gefolge exzessiver Akkommodations- und Konvergenzanstrengungen sich einstellt. Endlich wird darauf hingewiesen, daſs die exakte Gröſsenschätzung als eine durch psychische Faktoren, Erinnerungsbilder etc. höchst komplizierte Funktion zu betrachten ist, wie sich insbesondere aus der Tatsache ergibt, daſs Kinder es langsam erlernen müssen, aus den Gröſsen der Netzhautbilder richtige Schlüsse auf die absoluten Objektgröſsen zu ziehen.

Im 6. Kapitel geht der Verf. dazu über, die Wahrnehmung von Lage und Richtung der Objekte zu untersuchen. Hier spielen nun die Netzhauterregungen nicht mehr die ausschlieſslich maſsgebende Rolle wie bei den bisher besprochenen Funktionen des Raumsinnes: Von einer bestimmten Netzhautstelle aus, z. B. von der Fovea können alle möglichen Lagen, so gut rechts wie links, oben wie unten, zur Wahrnehmung kommen, auch erhalten Nachbilder bei Kopf- und Augenbewegungen andere Richtungen und Lagen, als den Originalobjekten entspricht etc., alles Beweise für die Unzuverlässigkeit der reinen Netzhauterregungen als Indikatoren für Lage und Richtung. Wesentlich sind für diese Wahrnehmungen vielmehr die Gefühle für die Augen-, Kopf- und Körperstellung im Raume und ferner die komplexen Schlüsse aus früheren Erfahrungen. Dabei zeigt sich, daſs die Augen-, Kopf- und Körperbewegungen sich gegenseitig bis zu einem gewissen Grade kompensieren resp. vertreten können. Es wird dann speziell die Schätzung

der medianen Lage bei unokularer und binokularer Beobachtung untersucht; es zeigt sich bei Versuchen, einen Lichtpunkt im Dunkeln median einzustellen, daſs dieses bei symmetrischer Kopf-, Körper- und Augenstellung am exaktesten erfolgt, daſs aber mit dem Wechsel dieser Stellungen sich auch die Vorstellung der Medianen ändert und schwankend wird, ferner daſs für diese Wahrnehmung das Binokularsehen wesentlich ist, indem bei einäugiger Beobachtung fehlerhaft und unsicher eingestellt wird; im Dunkeln erfolgten die Einstellungen viel ungenauer als im hellen. Bei Versuchen, den Lichtpunkt in die Horizontallinie zu bringen, erwies sich der Unterschied zwischen binokular und monokular gemachten Einstellungen viel geringer. Bei manchen Beobachtern war für die Vorstellung der horizontalen die Augenhöhe, für andere die mittlere Kopfhöhe maſsgebend.

Auch für die Richtungswahrnehmungen spielen ebenfalls die Netzhauterregungen keine hervorragend wichtige Rolle. Die Urteile über vertikale und horizontale Richtung (Einstellung einer Lichtlinie im Dunkeln) erfolgen bei symmetrischer Kopf- und Körperhaltung ziemlich genau, sowohl bei primärer Blicklage, wie beim Blick nach oben, unten, rechts und links; schwieriger wird die Sachlage, wenn der Blick nach oben oder unten und zugleich seitwärts gewendet wird; aber auch hier sind die Fehler gering. Ganz anders bei Neigung des Kopfes oder Körpers nach einer Seite. Hier entwickelt sich das bekannte Aubertsche Phänomen, darin bestehend, daſs eine tatsächlich senkrechte Lichtlinie geneigt erscheint und zwar nach der der Kopfneigung entgegengesetzten Richtung (bei geringen Kopfneigungen findet B. wie Nagel gleichsinnige Neigung der Linie, welche bei stärkerer Kopfneigung (40—65°) in entgegengesetzte Richtung umschlägt). Erhellt man das Zimmer, so verschwindet das Phänomen, ein Beweis dafür, daſs das Urteil über Richtungen in hohem Grade durch die Sichtbarkeit von Gegenständen bekannter Richtung beeinfluſst wird. B. erklärt die Erscheinung 1. aus kompensatorischen Raddrehungen der Augen und 2. aus Urteilstäuschungen über den Grad der Kopfneigung (Versuch: Kopfneigung betrug 90° nach rechts, die Lichtlinie muſste um 26° nach rechts geneigt werden um vertikal zu erscheinen, Nachbildversuche ergaben die Raddrehung = 8 — 9°; die Schätzung der Kopfneigung erfolgte durchschnittlich um 18° falsch; 18 + 8 = 26).

Von den Lageempfindungen geht B. im 7. Kapitel zur Besprechung der Wahrnehmung von Lageveränderungen, also von Bewegungen über. Die Bedeutung der Augenbewegungen wird hier durch die Tatsache illustriert, daſs die Bewegung isolierter Lichtpunkte beim Verfolgen mit dem Blick (Fovea), wenn also das Bild seinen Ort auf der Retina nicht wechselt, wahrgenommen werden kann; allerdings erscheint die Bewegung dann langsamer, auch hat die Schwelle dementsprechend einen gröſseren Geschwindigkeitswert, als bei Beobachtung mit immobilem Auge. Sind unbewegliche Objekte im Gesichtsfeld, so können 15—20 mal geringere Bewegungsgeschwindigkeiten wahrgenommen werden, als bei ausschlieſslicher Sichtbarkeit eines isolierten bewegten Lichtobjektes. An die Besprechung dieser Versuche schlieſsen sich dann einige Bemerkungen über die maximale Bewegung an, welche als solche wahrgenommen werden kann. Bei gröſseren Geschwindigkeiten würde ein bewegter Lichtpunkt als Licht-

linie erscheinen. Die Zeit, welche zwischen zwei am gleichen Orte erscheinenden Lichtreizen (Flimmern, Versuche am Episkotister) verstreichen mufs, damit sie getrennt wahrgenommen werden können, und das zur Wahrnehmung örtlich und zeitlich getrennter Lichtreize (Bewegung) nötige Zeitintervall, sind annähernd gleich.

Der Successivvergleich zwischen zwei Bewegungsgeschwindigkeiten, besonders wenn diese langsam ablaufen, ergibt sehr ungenaue Resultate. Für das Studium schneller Bewegungen und der Verschmelzung von aufeinander folgenden Reizen zum Gefühl der Bewegung (Kinematograph) ist die Kenntnis des zeitlichen Ablaufes der Netzhauterregung, der Nachbilderscheinungen etc. Grundlage. Eine optische Täuschung von Interesse im Gebiete der Bewegungslehre besteht darin, dafs ruhende Objekte, besonders wenn man sie fixiert, bei Anwesenheit bewegter sich ebenfalls scheinbar bewegen. Beim Sehen mit stark peripheren Netzhautteilen wird Bewegung vielleicht bei etwas gröfseren Minimalgeschwindigkeiten wahrgenommen als bei direktem Beobachten des Objektes.

Im 8. Kapitel beginnt mit Vorführung der Theorie der korrespondierenden Punkte der Netzhaut die Besprechung des Binokularsehens und der Tiefenwahrnehmung. Nach allgemeinen Vorbemerkungen über gekreuzte und ungekreuzte Doppelbilder und Entwicklung des Begriffes der identischen oder korrespondierenden Netzhautpunkte wird die Frage erörtert, ob es möglich ist, dafs mit korrespondierenden Netzhautpunkten doppelt und mit nicht korrespondierenden einfach gesehen werden kann. B. vertritt mit Hering gegen Wheatitone und Helmholtz die Ansicht, dafs beides nicht möglich sei, und dafs die entgegengesetzt aufgefafsten Erscheinungen, namentlich die Beobachtungen an Schielenden durch Unterdrückung des Inhaltes eines Sehfeldes zu stande gekommen sind. Nachdem die von Volkmann, Donders, Helmholtz und Hering angegebenen Versuche, nach welchen zwei von je einem Auge gesehene Linien scheinbar parallel eingestellt stets nach oben divergieren, erörtert worden sind, folgen kurze Angaben über die mathematische Berechnung des Horopters und das Kapitel schliefst mit der Vorführung gröfserer Versuchsreihen, welche beweisen, dafs die Empfindungen korrespondierender Netzhautpunkte sich nicht nur dadurch unterscheiden, dafs jedes Auge das Objekt in etwas differenter Lage sieht, sondern dafs auch ein subjektives Organgefühl von Bedeutung ist, welches uns z. B. mit grofser Sicherheit, auch wenn wir darüber durch keine anderen Mittel Kenntnis gewinnen können, anzeigt, welches von beiden Augen von einem Lichtreiz betroffen ist.

Für die binokulare Tiefenwahrnehmung, deren Besprechung im 9. Kapitel folgt, bilden die Konvergenz der Augen und die in jedem Auge verschiedenen Netzhauterregungen die wesentlichsten Hilfsmittel. Durch eine geeignete Versuchsanordnung gelang es B., zunächst die Konvergenz für sich zu untersuchen und die Verschiedenheit der beiden Netzhauterregungen so gut wie vollständig auszuschliefsen. Es zeigte sich, dafs eine Änderung des Konvergenzgrades jedes Auges um 7 Minuten genügte, um einen Unterschied im Abstand verhältnismäfsig entfernter Objekte (10 und 25 m) zur Wahrnehmung zu bringen, dafs dagegen 20 Minuten Konvergenzdrehung jedes Auges nötig waren, um bei näheren Objekten

(1—2 m) Tiefenunterschiede kenntlich erscheinen zu lassen. Immerhin fand B. das Muskelgefühl für den Konvergenzgrad bei weitem nicht so fein differenziert, wie WUNDT angibt. Versuche, die absolute Entfernung nur aus dem Konvergenzgrad zu beurteilen, lehrten vielmehr, dafs schon bei 2 m Objektabstand sehr grobe Fehler gemacht werden. Sehr viel wichtiger für die Tiefenwahrnehmung erscheint die Differenz der beiden Netzhautbilder; Versuche, bei welchen drei Nadeln in eine frontale Ebene einzustellen waren, zeigten in der Tat, dafs dieses beim Binokularsehen mit aufserordentlicher Exaktheit, namentlich bei geringen Abständen der Objekte vom Auge (30—60 cm) möglich ist; die Empfindlichkeit für Tiefenunterschiede erwies sich erheblich gröfser, als nach den Verhältnissen der Sehschärfe (monokularen) zu erwarten war, ein Resultat, durch welches sich B. zu HELMHOLTZ in Kontroverse setzt. Wie die erfolgreichen Versuche, Tiefenwahrnehmungen bei Momentanbeleuchtung zu erzielen und die Experimente an HERINGS Fallapparat lehren, kommt den Augenbewegungen für die Tiefenwahrnehmung nur nebensächliche Bedeutung zu. B. fand weiter, dafs mit Abnahme der Beleuchtung das körperliche Sehen wesentlich beeinträchtigt werde, gibt aber nichts Näheres über die Verhältnisse der Adaptation bei diesen Versuchen an. Es folgen dann Bemerkungen über Wahrnehmbarkeit der Gestaltung gerader und krummer Linien, deren einzelne Punkte verschiedenen Abstand von den Augen aufweisen, und über den Einflufs, den Teilungen auf Flächen und Linien für das Tiefenurteil besitzen. Die detaillierte Analyse der für die Wahrnehmung medianer, vertikaler und horizontaler Linien in Betracht kommenden Faktoren, zeigt, dafs den Netzhautmeridianen, auf welche die Bilder fallen, eine gewisse, aber nicht ausschlaggebende Bedeutung zukommt, denn dieselben wechseln je nach Abstand, Konvergenzgrad und Blickhebung, daneben kommen jedenfalls in hohem Grade die Urteile über den Abstand des Objektes, ferner die durch die Augen- und Kopfstellung ausgelösten Raumempfindungen und endlich die komplizierten Vorstellungen, welche sich an die Sichtbarkeit anderer bekannter Gegenstände des Gesichtsfeldes anknüpfen, in Betracht. Das Kapitel schliefst mit der Besprechung der bekannten stereoskopischen Apparate.

Bei der monokularen Tiefenwahrnehmung (Kapitel 10) spielt die Akkommodation und das Akkommodationsgefühl, falls ein solches existiert, eine ganz minimale Rolle, viel geringer nach Versuchen von HILLEBRANDT und B., als WUNDT und ARRER angeben. Auch der Konvergenz kommt kaum Bedeutung zu, denn 1. ist die Akkommodation, mit welcher die Konvergenz ja synergisch verknüpft ist, ungenau und 2. besteht für einen bestimmten Accommodationszustand ein Spielraum des zugehörigen Konvergenzgrades. In der Tat sieht man bei plötzlicher Mitbenutzung des zweiten Auges trotz scharfer akkommodativer Einstellung des ersten Doppelbilder, ein Zeichen für die Unexaktheit der Konvergenz. Ebensowenig dürfte die parallaktische Verschiebung der Gegenstände wesentlich in Betracht kommen, welche bei Bewegungen eines Auges durch Verlagerung des Pupillenzentrums und des Knotenpunktes im Raume erfolgt, zumal hier der Sehschärfe der Netzhautperipherie mehr zuzumuten wäre, als sie leisten kann. Gröfsere Wichtigkeit haben die bei Kopfbewegungen ablaufenden

Parallaxenveränderungen. Aber auch dieses Hilfsmittel der monokularen Tiefenwahrnehmung versagt fast vollständig, wenn der Abstand unbekannter Objekte, zumal isolierter, etwa eines einzigen Lichtpunktes im Dunkeln, geschätzt werden soll. Sind mehrere solcher Punkte vorhanden, so ist ein relatives Tiefenurteil möglich, fällt aber sehr häufig ganz ungenau aus. Überhaupt spielen bei der monokularen Tiefenschätzung die Kenntnis der wirklichen Gröfse des Objektes und die Schlüsse aus der Gröfse seines Netzhautbildes sowie der Vergleich des zu beurteilenden Objektes mit anderen im Gesichtsfeld vorhandenen bekannten Gegenständen die wichtigste Rolle.

Das 11. Kapitel beschäftigt sich mit den optischen Täuschungen, welche in grofser Zahl vorgeführt werden und deren Erklärung unter eingehender Berücksichtigung der zahlreichen sich widersprechenden Ansichten früherer Forscher zum Teil von neuem versucht wird. Das meiste physiologische Interesse dürfte die Diskussion über die Erscheinung der Irradiation (Akkommodationserscheinung oder reines Netzhautphänomen?) und die Begründung der autokinetischen Bewegungen durch unbewufste Augenbewegungen beanspruchen (contra Exner).

Im 12. Kapitel ist von den räumlichen Eigenschaften der Nachbilder die Rede. Es wird gezeigt, dafs die scheinbare Gröfse der Nachbilder wechselt, je nach der Entfernung, in welche unsere Vorstellung sie projiziert, ebenso im allgemeinen ihre Richtung und Lage (Ausnahme: Aubertsches Phänomen). Die Form wechselt je nach dem Relief der Gegenstände, auf welche das Bild projiziert wird, doch ist dies keine allgemein gültige Regel; vielmehr behalten komplizierte Nachbilder häufig die Raumcharaktere des Originals und scheinen dann vor den Gegenständen, auf welche der Blick gerichtet wird, zu schweben; von Interesse ist das Experiment Rogers, welchem es gelang, je einem Auge ein Nachbild derselben Gegenstände nacheinander zu imprägnieren und diese Bilder dann zu vereinigen unter Erzielung eines stereoskopischen Effektes. B. ist es im Gegensatz zu Wundt nicht gelungen, auf identische Netzhautpunkte aufgenommene Nachbilder durch irgendwelche Manipulationen doppelt zu sehen. Die Bewegungen von Nachbildern als Folge von Augenbewegungen studierte B. eingehend, unter anderem auch in der Weise, dafs er Drehschwindel erzeugte.

Sehr wichtig für die Raumlehre ist das Studium der Entwicklung der Raumauffassung beim Kinde und noch mehr bei Personen, deren Augen mit angeborener Katarakt behaftet waren und welche im Alter entwickelter Intelligenz operiert wurden (Kapitel 13). Bekanntlich laufen beim Neugeborenen die Augenbewegungen ganz regellos und unkoordiniert ab; erst nach Verlauf mehrerer Wochen lernt das Kind Objektbewegungen mit dem Auge zu folgen und noch monatelang scheint es den gröbsten Täuschungen über Gröfse, Tiefendimension und Abstand der Objekte zu unterliegen. — Blindgeborene gewinnen durch Tastempfindungen und Muskelgefühle ziemlich präzise Raumvorstellungen, die natürlich mit visuellen Raumbegriffen so gut wie nichts gemein haben. Da quantitatives Sehen stets erhalten ist, so sind einige visuelle Raumempfindungen, wenn auch in äufserst reduziertem Mafse möglich, z. B. die für

Richtung und Lage eines Lichtobjektes; dagegen fehlt Sehschärfe, Formsinn, Gröfsenwahrnehmung und Auffassung der Tiefendimension durch den Gesichtssinn vollständig. Nach der Operation kann die Sehschärfe normal werden, indessen ist die Verwertung der Seheindrücke dadurch anfangs sehr beschränkt, dafs die Augenbewegungen unkoordiniert ablaufen und die Fixierung der Objekte, überhaupt die willkürliche Beherrschung der Blickrichtung nicht gelingt. Die Operierten wissen zunächst nichts mit ihrem neuen Sinn anzufangen; die visuelle Wahrnehmung von Lage, Richtung, Form, Gröfse, Bewegung und namentlich der Tiefenausdehnung erfolgt zuerst noch äufserst ungenau und es bedarf mühsamer Erziehung und langer Übung, um die früher durch Gefühl etc. gewonnenen Raumvorstellungen mit den Empfindungen in Konnex zu bringen und begrifflich zu identifizieren, welche nach der Operation durch das Sehorgan vermittelt werden.

Im 14. Kapitel wird die vielumstrittene Frage kritisch und experimentell erörtert, aus welchem Grunde uns der Himmel ein abgeplattetes Gewölbe zu sein, die Gestirne den bestimmten Abstand von etwa 100 m zu haben scheinen und warum Sonne und Mond am Horizont gröfser als am Zenith erscheinen. Auf keine dieser Fragen wird eine vollständige Antwort gegeben, wohl aber interessante Beiträge zu ihrer Lösung geliefert. B. stellt fest, dafs der scheinbare Abstand der Gestirne wechselt je nachdem, welche bekannten irdischen Gegenstände gleichzeitig im Gesichtsfeld sich befinden und durch unwillkürlichen Vergleich das Urteil über den Abstand beeinflussen; auch ändert sich der scheinbare Abstand mit der Tageszeit und vor allem mit der Höhe des Gestirnes über dem Horizont. Damit der Himmel gewölbt erscheine, müssen Objekte von bestimmtem scheinbaren Abstand (Sterne, Wolken) denselben bedecken oder am Horizont sichtbar sein; anderenfalls, z. B. in sehr dunklen Nächten und bei Betrachtung des Himmels in Rückenlage, also bei Ausschlufs der irdischen Objekte aus dem Gesichtsfeld, bleibt die Erscheinung aus. Für das Problem des scheinbaren Gröfsenwechsels von Mond und Sonne, wenn sie vom Horizont sich zum Zenith erheben, ist zunächst die Feststellung wesentlich, dafs die Gröfse des Netzhautbildes diesen Wechsel nicht mitmacht, vielmehr fast konstant bleibt. Als Erklärungsursache kommt also nur eine scheinbare Änderung des Abstandes in Frage. Messungen ergeben nun, dafs alle frontalen Abstände am Zenith kleiner erscheinen als am Horizont und dafs Gestirne vom Zenith zum Horizont durch Spiegel projiziert ebenfalls eine scheinbare Vergröfserung erfahren. Der bekannte Erklärungsversuch von Helmholtz, der die Beeinflussung des Urteils durch die Wahrnehmung der bekannten Abstände der irdischen Objekte bei Betrachtung der Gestirne am Horizont und deren Dunklererscheinen für wesentlich hielt, wird bemängelt; ebensowenig kann sich B. der Argumentation Stroobants anschliefsen, welcher fand, dafs mit der Blickhebung stets eine scheinbare Verkleinerung der Abstände verknüpft sei, denn eigene Messungen bestätigten diese Angaben für die Augen B.s und anderer nicht. Wie für dieses Phänomen bleibt B. auch für die scheinbare gewölbte Gestalt des Himmels eine eigene Erklärung schuldig; auch hier werden Be-Einwände gegen die Ansichten Helmholtz, Zehnder, Hering und Wundt

geltend gemacht, welche B. den Anschlufs an eine dieser Theorien bedenklich erscheinen lassen.

Das Schlufskapitel bringt in Kürze einige Daten über den assoziativen Zusammenhang zwischen visuellen Raumvorstellungen und solchen, welche auf sensible Erregungen und auf Wahrnehmung und Beurteilung von Bewegungen der Hände, der Beine und des Körpers etc. basiert sind. Von Interesse ist es da, dafs Blindgeborene die Geometrie lernen können, ohne eine visuelle Vorstellung von den planimetrischen Figuren zu besitzen und dafs andererseits Menschen, welche jegliches Muskelgefühl, überhaupt die Sensibilität verloren haben, unter Kontrolle der Augen einigermafsen korrekte Bewegungen im Raume ausführen können. Wie mannigfache Experimente lehren, sind Modifikationen im assoziativen Zusammenhang gewisser visueller Raumvorstellungen, z. B. der Richtungsempfindung und normalerweise daran geknüpfter sensibler und Bewegungsvorstellungen ohne Schwierigkeiten zu bewirken.

Man wird aus dieser Übersicht ersehen, dafs das Buch eine Fülle neuer Experimente bringt und dafs der Verf. während er einerseits mit grofser Umsicht und Kritik die Ergebnisse früherer Forscher würdigt, auf der anderen Seite fast in jeder Frage sehr beachtenswerte originelle Ansichten vorträgt. Da B. es verstanden hat, mit einer knappen und übersichtlichen Darstellung die angenehme Eleganz des Stiles, welche die französischen Bücher fast typisch auszeichnet, zu verbinden, so kann das Buch zu eingehendem Studium nicht genug empfohlen werden. Jeder aber, der selbst auf dem Gebiete der visuellen Raumwahrnehmung zu arbeiten beabsichtigt, wird die experimentellen Ergebnisse B.s und seine theoretischen Folgerungen aufs genaueste zu berücksichtigen haben. H. Piper (Berlin).

R. MacDougall. **The Subjective Horizon.** *Psychol. Rev.*, Mon. Sup. 4; *Harvard Psych. Studies* 1, 145—166. 1903.

Der Beobachter safs vor einem senkrechten Streifen schwarzen Holzes, 7 Fufs hoch und $^1/_2$ Fufs breit und bewegte eine weifse Scheibe von 1 cm Durchmesser auf und ab, bis er sie genau in Augenhöhe glaubte. In diesem Falle war eine Abweichung nach unten zu bemerken. Um die Wirkung des Gesichtsbildes des Zimmers auszuschliefsen, wurden die Versuche im Dunkelzimmer wiederholt, wo nichts als die weifse Scheibe sichtbar war. In diesem Falle waren gröfsere Schwankungen des Urteils bemerkbar als im vorhergehenden Fall. Die konstante Abweichung nach unten war bedeutend gröfser. Verf. weist darauf hin, dafs Signallichter auf hoher See gewöhnlich viel höher erscheinen als sie in Wirklichkeit sind. In einer weiteren Versuchsreihe mufste der Beobachter im Dunkelzimmer zunächst seine Augen horizontal einstellen, und dann an einer plötzlich erleuchteten Skala die Höhe des subjektiven Horizonts ablesen. In diesem Falle wurde eine beträchtliche Abweichung nach oben festgestellt. Verf. betont als einen wahrscheinlich wichtigen Faktor, dafs die Augenachsen unter diesen Umständen nahezu parallel gerichtet sind. Die stereoskopische Funktion der Augen scheint jedoch einflufslos zu sein, da die Ergebnisse dieselben waren, wenn nur ein Auge geöffnet war. Ferner wurde festgestellt, dafs ungewöhnliche Lagen des Körpers das Urteil beeinflussen,

aber in sehr unregelmäfsiger Weise. Wenn die Augen vor dem Urteil einige Zeit nach oben oder unten gerichtet waren, so fand eine entsprechende Abweichung des subjektiven Horizonts statt. Wenn Gegenstände, die die Aufmerksamkeit auf sich zogen, sich oben oder unten vor den Augen befanden, so veranlafsten sie eine Abweichung des Horizonts in gleichem Sinne. Dies ist z. B. die Wirkung einer aufsteigenden oder absteigenden Ebene vor dem Beobachter. Verf. erklärt hieraus die Tatsache, dafs man die Höhe eines Hügels zu unterschätzen pflegt, wenn man sich am Fufse des Hügels befindet. MAX MEYER (Columbia, Missouri).

HEINE. **Scheinbewegungen in Stereoskopbildern.** *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* 2, 369—372. 1902.

Bei den jetzt in den Handel gekommenen Stereographen (Rotgrün-Stereogramme mit zugehöriger Rotgrün-Brille) machen die bei binokularer Betrachtung vorn erscheinenden Gegenstände bei seitlichen Kopfbewegungen eine gleichgerichtete Bewegung mit, während der Hintergrund sich scheinbar in entgegengesetzter Richtung bewegt.

H. erklärt das Auftreten dieser Scheinbewegungen dadurch, dafs wir körperlich zu sehen glauben, aber die bei körperlicher Wahrnehmung und Kopfbewegungen eintretenden parallaktischen Verschiebungen ruhender Gegenstände vermissen. Mit der Wahrnehmung der parallaktischen Verschiebung der Gegenstände bei seitlichen Bewegungen des Beobachters ist die Empfindung der Ruhelage jener verbunden; wenn die parallaktische Verschiebung unter scheinbar gleichen Bedingungen ausbleibt, verbindet sich mit den Bewegungen des Beobachters die Empfindung der Bewegung der beobachteten Gegenstände. G. ABELSDORFF.

R. MACDOUGALL. **The Affective Quality of Auditory Rhythm in its Relation to Objective Forms.** *Psychol. Rev.* **10** (1), 15—36. 1903.

Die Rhythmen in der Musik und in der Poesie unterscheiden sich hauptsächlich durch die Empfindungselemente, in denen die Rhythmen ausgedrückt sind. Dies erklärt die Tatsache, dafs die formalen Bedingungen des Rhythmus in der Musik streng beobachtet werden, nicht aber in der Poesie. (Richtiger wäre es wohl zu sagen: in der Musik strenger als in der Poesie.) Verf. unternimmt nun, die objektiven Bedingungen des Rhythmus, die die Ursache der ästhetischen Befriedigung sind, zu klassifizieren und zu beschreiben.

Die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge ist ein wichtiger Faktor. Doch kann man nicht sagen, dafs ein Rhythmus um so wohlgefälliger ist, je schneller die Aufeinanderfolge. Das Verhältnis ist komplizierter. Assoziierte Vorstellungen spielen jedoch hierbei keine erwähnenswerte Rolle. Intensität ist ein weniger einflufsreicher Faktor. Doch ist ein Rhythmus in schwachen, unterdrückten Tönen sehr verschieden von einem Rhythmus in starken Tönen. Die Gemütsstimmung ist sehr wichtig, besonders rücksichtlich der Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Empfindungselemente. Die Anzahl der Elemente in einer Gruppe macht sich in dieser Weise bemerkbar: je gröfser die Anzahl, je heiterer ist der Eindruck; je kleiner die Anzahl, je ernster der Eindruck. Analyse der Struktur einer

rhythmischen Gruppe zeigt, dafs jedes Element der Gruppe von jedem anderen funktionell verschieden ist. Innerhalb einer rhythmischen Gruppe bestehen gewisse Proportionen. Man darf nicht annehmen, dafs verschiedene rhythmische Formen aus denselben unveränderlichen Quantitäten aufgebaut werden können. Ein rückwärts gelesener Jambus ist kein Trochäus. Die Einführung von Variationen in eine rhythmische Folge ist notwendig zur Vermeidung von Monotonie.

Max Meyer (Columbia, Missouri).

J. R. Angell. **A Preliminary Study of the Significance of Partial Tones in the Localisation of Sound.** *Psychol. Rev.* **10** (1), 1—14. 1903.

Verf. ist bei seinen Untersuchungen über Tonlokalisation zu dem Schlufs gekommen, dafs die Reflektion an den Wänden für die Deutung der Versuche so störend ist, dafs man derartige Versuche im Freien anstellen mufs. Er machte solche Versuche an windstillen Tagen, wobei eine Stimmgabel mit Resonator, eine gedeckte Pfeife, eine Zungenpfeife und eine Glocke zur Hervorbringung der Töne dienten. Aufserdem wurde ein Geräusch benutzt. Innerhalb der seitlichen Halbkugeln des Raumes zeigte sich deutliche Abhängigkeit der Urteile von der Beschaffenheit des Klanges. Der durchschnittliche Fehler beim Gabelton war 94°, also mehr als ein Quadrant; beim Pfeifenton einhalb davon, beim Glocken- und Zungenton 1/6, beim Geräusch nur $^1/_8$ des Fehlers beim Gabelton.

Max Mayer (Columbia, Missouri).

Jacobson und Cowl. **Über die Darstellung und Messung der Schwingungsamplituden abklingender Stimmgabeln mit Hilfe der „Linearkinematographie".** *Arch. f. Anatomie u. Physiologie* 1903, 1—41.

Frühere Untersuchungen Jacobsons hatten ergeben, dafs die Schwingungsamplitude einer bestimmten Stimmgabel in Übereinstimmung mit den theoretisch-physikalischen Berechnungen nicht in arithmetischer, sondern in geometrischer Progression abnahm; wenn man von den ersten Schwingungen sehr grofser Amplitude absieht, so hat dieses Gesetz für die ganze Zeit Gültigkeit, während welcher die Amplituden genügen, um das Gehörorgan zu erregen. Will man die Hörschärfe aus der Hörzeit bestimmen, so mufs der Berechnung jenes Gesetz zugrunde gelegt werden und es wäre zweifellos falsch, anzunehmen, die Hörschärfen verschiedener Individuen verhielten sich zueinander wie die Zeiten, während welcher sie unter sonst gleichen Bedingungen den Ton der Stimmgabel zu hören vermöchten. Eine solche Annahme wäre natürlich nur statthaft, wenn die Amplituden in arithmetischer Reihe abnähmen.

Die von Bezold und Edelmann mitgeteilten Untersuchungen, welche diese zu der Ansicht führten, dafs das Gesetz, nach welchem die Amplituden abklingen, für alle Stimmgabeln das gleiche wäre, und welche die Konstruktion einer Normalkurve für alle Stimmgabeln als Ausdruck dieses Gesetzes ermöglichte, veranlasste Jacobson, die Prüfung dieser Resultate zu unternehmen; insbesondere bezweifelt er die Möglichkeit, das Bezold-Edelmannsche Gesetz auf Stimmgabeln höher Schwingungszahl auszudehnen. Da die Experimente mit solchen Stimmgabeln bisher auf erhebliche tech-

nische Schwierigkeiten stießen, sieht sich JACOBSON veranlaßt, mit COWL zusammen ein neues Versuchsverfahren auszuarbeiten und anzuwenden, bei welchem durch komplizierte Vorkehrungen, deren Besprechung hier nicht erfolgen kann, eine exakte photographische Registrierung des Abklingens der Stimmgabeln erfolgen konnte. Die Mitteilung der mit dieser Methode erzielten Ergebnisse steht noch aus. H. PIPER (Berlin).

J. R. EWALD. **Zur Physiologie des Labyrinths.** VII. Mitteilung. **Die Erzeugung von Schallbildern in der Camera acustica.** *Pflügers Archiv* **93**, 485—500. 1903.

Während die vom Verf. entdeckten stehenden Wellen auf bandförmigen Membranen („Bandwellen") bisher nur an größeren Membranen erhalten wurden (vgl. *diese Zeitschrift* **22**, 391) gelang es Verf. nunmehr, mittels Kautschuklösung Membranen von 0,55 mm Breite und 8,5 mm Länge in einem Rahmen von dünnem Aluminiumblech herzustellen und an diesen der Grundmembran des Ohres entsprechenden Membranen die Schallbilder zu erzeugen. Wegen der geringen Größe der Membranen ist mikroskopische Beobachtung bei schräg auffallendem Licht notwendig (Anordnung siehe Original). Auch gelingt es mit dieser Einrichtung die Schallbilder zu photographieren; zur näheren Untersuchung empfahl sich aber bisher mehr die vorerwähnte Methode. In einigen Fällen wurden Längsteilungen der Membranen beobachtet, wobei ein Ton auf jeder Membranhälfte ein Schallbild hervorruft, und zwar so, daß beide wechselständig stehen. Die Schallübertragung auf die Membran kann durch die Luft erfolgen mittels einer in geringem Abstand von ersterer angeblasenen Galtonpfeife. Bei Verschraubung der Galtonpfeife läßt sich die völlig gleichmäßige Veränderung des Schallbildes beobachten. Ferner zeigt die Membran noch Töne der Galtonpfeife an, die über der oberen Hörgrenze des menschlichen Ohres liegen. Da einige Membranen für tiefere und höhere Töne gut, für mittlere nicht ansprachen, erscheint ein Verständnis der Gehörslücken möglich. — Verf. beschreibt die von ihm konstruierte Camera acustica, welche die Funktionen des Ohres erläutern soll, ähnlich wie die Camera obscura die des Auges. Ein mit Wasser gefüllter Kasten wird durch eine die Schallmembran tragende schräge Scheidewand in Vorder- und Hinterkammer (Vestibular- und Tympanalraum) geteilt. Die Wand der Vorderkammer enthält ein mit Gummimembran überspanntes Loch (Fenestra ovalis), an der Hinterkammer ist entsprechend die Fenestra rotunda nachgebildet. Der Zuleitungsapparat besteht aus Schalltrichter mit Gummimembran (Trommelfell), sowie einer Columella (in Form eines kurzen Eisenstäbchens mit Endplatten), welche Trommelfell mit Fenestra ovalis verbindet. Die Membranschwingungen werden bei schräg auffallendem Licht durch die Glaswände des Kastens mit Hilfe des Mikroskops beobachtet.

W. TRENDELENBURG (Freiburg i. Br.).

HELENE FRIEDERIKE STELZNER. **Ein Fall von akustisch-optischer Synästhesie.** *v. Graefes Arch. f. Ophthalm.* **55** (3), 549—563.

Der von der Verfasserin geschilderte Fall, daß Gehörseindrücke Farbenempfindungen hervorrufen (audition colorée), beruht auf Selbst-

beobachtung. Von vier Geschwistern, zwei weiblichen und zwei männlichen, weisen Verf. und ihre Schwester, sowie die Tochter der letzteren das Phänomen auf. Es wurde von der Verf. schon in früher Kindheit vor dem Schulbesuche bemerkt. Die deutlichsten Farbenempfindungen treten beim Hören von Vokalen und Diphthongen auf, A = Grau, E = Schneeweifs, I = Rot, O = Braun, U = Schwarz. Diese Farbe wird nach dem spezifischen Charakter einzelner Laute abgetönt, so dafs o im englischen colonel z. B. stumpf erscheint und die volltönenden Vokale des Italienischen „die üppigsten Farbenvorstellungen" erwecken. Auch musikalische Töne sind von Farbenempfindungen begleitet, z. B. das hohe Cis der Violine stellt sich als schön purpurrot, die Töne der Flöte als mattblau dar. Den Farben der Töne, Geräusche und Vokale ist gemeinsam, dafs sie mit abnehmender Intensität der Laute verblassen und niemals grün aussehen. Die Farben werden nicht nach aufsen projiziert, sondern „in das Innere des Gehirns verlegt".

Als eine noch unbewiesene aber haltbare Erklärung wird die bereits von anderen Autoren angenommene Verbindung zwischen optischen und akustischen Zentren zitiert und eine bei günstiger Gelegenheit vorzunehmende anatomische Untersuchung angeregt. G. Abelsdorff.

C. H. Rieber. **Tactual Illusions.** *Psychol. Rev.*, Mon. Sup. 4; *Harvard Psychol. Studies* 1, 47—99. 1903.

Die Versuche des Verf. beziehen sich auf Vergleichung einer leeren und einer ausgefüllten Strecke. Der benutzte Apparat enthielt eine Reihe senkrechter Stäbchen, deren Höhe so geändert werden konnte, dafs sie alle gleichzeitig oder in beliebiger Aufeinanderfolge die Haut berührten. Ferner konnte das Gewicht jedes einzelnen Stäbchens verändert werden. Da der Natur des Experiments nach die beiden Strecken verschiedenen Hautstellen dargeboten werden mufsten, so nahm Verf. nicht objektive Gleichheit der Strecken zum Mafsstab der Vergleichung, sondern subjektive Gleichheit: d. h. in die Versuche mit einer leeren und einer ausgefüllten Strecke wurden häufige Versuche mit zwei leeren Strecken eingestreut.

Das erste Ergebnis war, dafs gröfsere ausgefüllte Strecken überschätzt werden, in Übereinstimmung mit der optischen Täuschung; dafs hingegen kleine ausgefüllte Strecken unterschätzt werden. Verf. schlofs, dafs für diese Unterschätzung ein besonderer Grund existieren müsse, den er nun zu ermitteln suchte. Er änderte das Gewicht der verschiedenen Stäbchen und fand, dafs die Strecke unterschätzt wurde, wenn der Druck in der Mitte gröfser war als an den Enden; dafs die Strecke überschätzt wurde, wenn der Druck an den Endpunkten gröfser war. Die objektiven Bedingungen sind im letzteren Falle eher vergleichbar mit den Bedingungen in der optischen Täuschung. Je deutlicher die Berührungspunkte innerhalb der Strecke als besondere Punkte wahrgenommen werden, um so beträchtlicher ist die Überschätzung der Strecke. Wenn sie dagegen nicht deutlich als besondere Punkte wahrgenommen werden, so erfolgt Unterschätzung. Gesichtsvorstellungen scheinen hierbei keine wesentliche Rolle zu spielen, da die Täuschung gröfser war, wenn Gesichtsvorstellungen nach Möglichkeit ausgeschlossen wurden.

Verf. machte dann eine Reihe von Versuchen mit aktiver Berührung, während vorher passive Berührung stattgefunden hatte. D. h. der Beobachter bewegte nun seinen Finger über die zu vergleichenden Strecken. Das Ergebnis war hier umgekehrt: Kleine ausgefüllte Strecken wurden überschätzt, grofse dagegen unterschätzt. Verf. erklärt sich dadurch, dafs nach einer Bewegung des Fingers über einige Zentimeter die glatte Strecke, statt mit peripheren Empfindungen, mit zentral erregten organischen Vorstellungen ausgefüllt wird, und zwar mit einer gröfseren Zahl als eine entsprechende rauhe Strecke. In Wirklichkeit ist daher, wenn der Finger sich über gröfsere Strecken bewegt, die glatte Strecke verhältnismäfsig als ausgefüllt, die rauhe als unausgefüllt zu betrachten. Verf. schliefst hieraus, dafs derartige Raumurteile nicht ursprüngliche Raumurteile sind, sondern auf Zeitschätzung beruhen und daher denselben Täuschungen unterliegen wie Zeitschätzungen. MAX MEYER (Columbia, Missouri).

A. TIMMERMANNS. **L'onomatopée et la formation du langage.** *Rev. scient.* **19** (13), 395—400. 1903.

Im Anschlusse an sein eigenes Buch „Étymologie de mille et une expressions idiomatiques du langage fançais“ behandelt der Verf. in diesem kleinen Aufsatze das Problem, ob die Sprache *φύσει* oder *θέσει* (*ψυχῇ*) entstanden sei. Dafs sich darüber auf 5 Seiten nichts Erschöpfendes und Neues sagen läfst, ist ihm sicher selbst klar: allzu tief scheint er auch nicht in den Gegenstand eingedrungen zu sein. Die onomatopoetischen Benennungen sollen *φύσει*, alle anderen aber, da sie willkürlich und stets unvollkommen sind, *θέσει* gebildet sein: „le principe de leur formation est *ψυχῇ*, *φρενί*, parce que l'âme, l'intelligence ont trouvé et approuvé la propriété de terme, quoiqu'elle soit incomplète. La langue existe *ψυχῇ* sur toute la ligne.“ Ganz witzig ist die Erklärung der Tatsache, dafs die beiden Kinder, die König Psammetich ohne menschlichen Verkehr aufziehen liefs, dem ersten Menschen, den sie erblickten, *βέκος* entgegen riefen: eine Ziege ernährte sie und ihr „bäh“ (vgl. mit *βεκ-* unser „mek mek, meckern“) war der einzige Laut, den die Kinder nachbilden konnten und in dem sich ihr ganzes Lebensinteresse zusammendrängte. Nur versteht es sich von selbst, dafs HERODOT nicht eine wahre Geschichte, sondern eine geistreich erfundene Anekdote erzählt. HOFFMANN (Breslau).

GÉRARD-VARET. **La langage et la parole: Leurs facteurs sociologiques.** *Rev. philos.* **54** (10), 367—390. 1902.

Innerhalb eines Stammes war ursprünglich keine Sprache nötig, es genügten die Gesten, da dieselben Bedürfnisse und Gewohnheiten bei allen Gliedern bestanden, und daher die gegenseitige Verständigung ungemein leicht war. Erst die Begegnung eines Stammes mit einem anderen bildete den Stimulus für die Entstehung der Sprache. Eine Anzahl von ähnlichen Gesten werden wir bei beiden finden, mit denen ähnliche Objekte bezeichnet werden, aufserdem aber Gesten, welche ihnen neu sind, mit denen neue Objekte bezeichnet werden. Manche Gesten zur Bezeichnung derselben Objekte werden bei beiden verschieden sein. Dies bietet den ersten An-

griffspunkt für die Analyse und Unterscheidung. Umgekehrt kann dasselbe Zeichen verschiedene Bedeutungen haben. Repräsentiert so dieselbe Bewegung dem einen das Phänomen *A*, dem anderen das Phänomen *B*, so werden beide dadurch auf eine Ähnlichkeit der Art und Weise, sich diesen Dingen gegenüber zu fühlen, d. h. auf eine Ähnlichkeit der Phänomene aufmerksam. Bezüglich der Entwicklung der Sprache hat man anzunehmen, dafs die ersten elementaren emotionellen Zeichen ihr vorausgehen, dafs dagegen alle übrigen ihr folgen. Denn das Emotionelle ist der Ruhe des sprachlichen Ausdrucks hinderlich. Ein hervorragendes Vehikel für die Entwicklung der Sprache bilden die zufälligen Gesten, d. h. diejenigen, welche sich auf zufällige Umstände beziehen, sofern sie schwerer verständlich sind und daher zu einer besonderen Ausdrucksweise anregen.

Die Sprache ist ursprünglich eine Art Malerei. Sie ahmt die Stimmen der Tiere und die Geräusche der Natur nach. Später beschränkt sie sich auf das Hervorbringen von analogen Tönen. In einem dritten Stadium nimmt die sonore Kopie Bezug nicht auf die Objekte selbst, sondern auf ihre Begleiterscheinungen.

Einen wichtigen Faktor für die Entwicklung der Sprache bilden die Werkzeuge, sofern ihr Gebrauch zu zusammenhängenden Reihen von Bewegungen nötigt. Hier kommt auch die Assoziierung eines vergröfserten Vorstellungskomplexes hinzu durch Rücksichtnahme auf den Zweck und die Umstände. Der tägliche und allgemeine Gebrauch hat dabei eine gewisse Einübung zur Folge und ermöglicht dadurch das Verständnis komplizierterer Zeichen.

Nach Wundt ist die primitive Sprache die der Bewegungen. Das Wort erscheint später dank der Lautgeberde: Die Bewegung der stimmlichen Artikulation begleitet die Gesten. Voiré behauptet, dafs, wenn unsere Muskeln in Bewegung sind, wir die Tendenz besitzen, in Tönen auszubrechen. Die ersten Worte waren Imperative.

Die artikulierte Sprache verdankt ihre Entstehung nicht, wie oft angenommen wird, der ausschliefslichen Aktion eines unbewufsten Mechanismus. Wort und Geste unterstützen sich, aber sie bekämpfen sich auch. Sie bezeichnen den Kampf für das Leben. In diesem Kampfe hat infolge sozialer Notwendigkeiten, wie wir sahen, das Wort den Sieg über die Geberde davongetragen. Die Sprache ist daher zugleich das Werk der Natur und der Menschen, sie entstand zugleich unbewufst und bewufst, zugleich biologisch und psychologisch. Giessler (Erfurt).

Alb. Liebmann. **Stotternde Kinder.** *Samml. v. Abhandl. aus dem Gebiete der pädagogischen Psychologie u. Physiologie*, hrsg. v. Ziegler u. Ziehen, 6 (2). 1903. 96 S. 2,40 Mk.

Trotz einer grofsen Reihe hervorragender Arbeiten sind die Meinungen der Autoren über das Wesen des Stotterns noch nicht geklärt. Zwei entgegenstehende Hauptrichtungen sind zu unterscheiden. Als Vertreter der einen, die auf die inkoordinierten Atmungs- und Sprachbewegungen das Hauptgewicht legt, ist Gutzmann, als Vertreter der anderen Denhardt anzusprechen, der in den psychischen Symptomen, besonders in der Sprachangst und Lautfurcht, die eigentliche Wurzel des Stotterns erblickt. Nach

Ansicht des Verf. „bildet den primären Kern des Stotterns die Übertreibung des konsonantischen Elements der Sprache, zu dem nicht nur die eigentlichen Konsonanten gehören, sondern auch der Verschlufslaut der Stimmbänder (der spiritus lenis der Griechen) . . . Diese Übertreibung der Konsonanten kann in einer zu langen Dauer (sog. tonisches Stottern) oder in einer mehrmaligen Wiederholung (sog. klonisches Stottern) bestehen. Die Übertreibung der Konsonanten wird auf Grund einer ererbten oder erworbenen nervösen Disposition durch verschiedene Schädlichkeiten hervorgerufen" (S. 4). — Bezüglich der Therapie des Stotterns hält Liebmann „alle Atmungs-, Stimm- und Artikulationsübungen für entbehrlich. Man kommt ohne sie schneller und leichter zum Ziele." An einer Reihe von 14 konkreten Fällen zeigt der Verf. in vollendeter Weise, wie die „Behandlung vorwiegend eine psychische sein mufs". Man mufs die Tatsache ins Auge fassen, dafs der Stotterer beim Alleinsein fliefsend spricht und dafs nur bestimmte Situationen das Übel hervorrufen. „Wir müssen den Stotterer gewöhnen, auch in schwierigeren Situationen ohne Angst und Lautfurcht zu reden und ohne jede Übertreibung des konsonantischen Elementes. Ich lasse deshalb die Patienten gleich in der ersten Sitzung mit gedehnten Vokalen sprechen. Indem die Patienten so fliefsend reden, bekommen sie sofort Selbstvertrauen. Die Angst schwindet. Die Rede bessert sich meist mit einem Schlage. Man kann meist schon in der ersten Konsultation zu einer natürlichen Sprache übergehen. Bei Fällen geringer Sprechangst bedarf es nicht einmal der Dehnung der Vokale."

Marx Lobsien (Kiel).

L. T. Hobhouse. **Mind in Evolution.** London, Macmillan & Co., 1901. 415 S.

Das Werk besitzt alle Vorzüge der Darstellung, welche wir bei englischen Naturforschern bewundern, es verbindet Klarheit und Anschaulichkeit mit Kürze und Präzision des Ausdrucks. Schwierigere Begriffe und Auseinandersetzungen werden allenthalben durch leicht fafsliche Beispiele aus Natur und Leben erläutert und dem Verständnis näher geführt, so dafs die Lektüre ein Vergnügen ist. Das Werk basiert, wie gleich vorweg bemerkt werden mag, auf gründlicher Kenntnis der Literatur und eigenen Forschungen und Tierexperimenten und ist vom Geiste der Darwinschen Entwicklungslehre getragen.

Die Organismen, so führt H. aus, unterscheiden sich von der Maschine durch das dauernde Bestreben, sich trotz unaufhörlicher Veränderungen in einem Gleichgewichtszustande zu erhalten und sich der Umgebung und — bei Thieren und Menschen — den Erfordernissen des Lebens anzupassen. Eins der wesentlichsten Mittel dazu ist die Seele oder der Geist, welcher in Handlungen (actions) zum Ausdruck kommt.

Während im allgemeinen die Entwicklung nach verschiedenen Richtungen auseinandergeht (doliogenic evolution), zeigt die Entwicklung des Geistes eine aufwärts strebende Tendenz (orthogenic evolution). „Die allgemeine Funktion des Geistes besteht in der Anpassung der Handlungen an die Endzwecke des Individuums oder der Art und basiert auf der Wechselbeziehung (Korrektion) von früheren Erfahrungen, augenblicklichen Umständen und künftigen Möglichkeiten." Die Entwicklung des Geistes

besteht in der Erweiterung des Umfangs und in der wachsenden Genauigkeit der Wechselbeziehungen.

H. unterscheidet nun fünf verschiedene Stadien der Entwicklung:

I. Das präintelligente Stadium. Die Reflextätigkeit ist die ursprünglichste Handlung als unbewufste Reaktion auf einen äufseren Reiz, eine Empfindung (ihr entspricht die automatische Tätigkeit, z. B. Atmung, als Reaktion auf innere Veränderungen); auch der Reflex zeigt eine Anpassungsfähigkeit an verschiedene Bedingungen und eine Entwicklungsfähigkeit. Die Reaktion auf den Reiz ist in diesem Stadium die Folge einer ererbten Organisation, die durch natürliche Auslese immer zweckmäfsiger gestaltet werden kann. Eine höhere Stufe der Reflextätigkeit ist der Instinkt. Während beim zusammengesetzten Reflex (z. B. beim Husten) ein einziger Reiz eine Reihe von zweckmäfsigen Muskelaktionen in ganz bestimmten Bahnen in Bewegung setzt und wir es bei den kompliziertesten (z. B. Gehen, Schwimmen) mit einer Reihe von Reizen zu tun haben, von denen der zweite durch die Tätigkeit oder Handlung ausgelöst wird, zu welcher der erste Reiz geführt hat u. s. f., nähert sich der Instinkt dieser letzteren, aber mit dem Unterschiede, dafs die aufeinanderfolgenden Handlungen durch einen inneren Zustand, ein inneres Bewufstsein (Stimmung) kontrolliert werden, wodurch oft, wenigstens bei den höheren Instinkten, veränderte äufsere Umstände zu einer Abänderung oder Aufhebung der instinktiven Handlungen führen. „Der Instinkt ist nicht unabänderlich von der Geburt an, sondern entwickelt sich oft während des individuellen Lebens und ist einigermafsen, wenigstens in den höheren Formen, zweckmäfsiger Abänderungen fähig.“ Dabei spielt schon manchmal eine gewisse Intelligenz mit, die Fähigkeit, individuelle Erfahrungen zur Abänderung der Instinkte zu benutzen. Jedenfalls „erhebt sich der Intellekt innerhalb der Sphäre der Instinkte, aber entsteht nicht aus Instinkten. Eine scharfe Trennung zwischen Instinkt und Intelligenz existiert in der Natur nicht, in der Idee sind sie aber verschieden. Ein instinktiver Akt ist nicht intelligent und ein intelligenter nicht instinktiv, was aber die Entstehung von Instinkten aus intelligenten Handlungen durch „in Verfall geratene Intelligenz“ (lapsed intelligence) nicht ausschliefst. Unter Intelligenz versteht H. die Fähigkeit eines Organismus, eine Handlung den Erfordernissen anzupassen ohne Unterstützung hereditärer Formen der Anpassung, wie sie die Reflexe und Instinkte darstellen, sondern auf Grund individueller Erfahrungen. Die Entwicklung des Intellekts geht nach H. in vier Stadien vor sich, die mit dem präintelligenten Stadium aber die fünf Hauptstadien bilden, und zwar

II. Das Stadium der unbewufsten Modifikation (inconscious readjustment).

III. Das Stadium der konkreten Erfahrung und des praktischen Urteils.

IV. Das Stadium des begrifflichen Denkens und Wollens.

V. Das Stadium der Vernunft und Systematisierung (rational system).

Während das angeborene d. h. das reflektorische und instinktive Verhalten der Organismen in der Reaktion auf einen Reiz auf Grund einer präformierten Struktur besteht, finden wir im zweiten Stadium bereits eine Modifikation der Reaktion durch die Erfahrung, und zwar infolge der die

motorische Reaktion begleitenden Gefühlserregung (der Lust oder Unlust). Bezeichnet man die Gefühlserfahrungen, welche das Individuum bei den motorischen Reaktionen hat, als „motorische Erfahrungen“, so kann die Aufgabe der Intelligenz in diesem Stadium beschrieben werden als die direkte Korrelation einer Reihe von motorischen Erfahrungen zu Reaktionen, die auf Reize folgen. Es handelt sich immer noch um plötzliche, impulsive, instinktive Handlungen, nur dafs der Instinkt mehr bildsam (plastic) geworden ist. Der Umfang der Intelligenz ist noch minimal. Ein bewufstes Handeln zu einem bestimmten Endzweck ist dabei noch nicht vorhanden; es handelt sich nur um elementarste Erfahrungen, um unbewufste Wechselbeziehungen der sensorischen Daten.

Der Übergang zum dritten Stadium erfolgt durch Anwachsen der Erfahrung an Klarheit, Unterscheidung (distinction) und Umfang. „Wird das Bewufstsein so ausgedehnt, dafs Wahrnehmung und Empfindung zugleich erfolgen, so haben wir den Keim zu diesem höheren Stadium.“ In demselben bildet die Beziehung zwischen Wahrnehmungen (perceptual relations) resp. zwischen Empfindung und Wahrnehmung die Grundlage der Handlung. In dem Mafse nämlich, wie die „motorische Erfahrung“ in jedem neuen Falle genau bestimmt und individualisiert wird, wird sie gleichbedeutend mit dem, was im menschlichen Bewufstsein die motorische Idee der Reaktion in bezug auf den Reiz oder die bewufste Wahrnehmung von Reiz und Reaktion und ihre Verknüpfung (Ideenassoziation) ist. Eine solche Verknüpfung ist die Bedingung der Kenntnis individueller Okjekte, des Gedächtnisses, des Vorsatzes und Begehrens. Die Kenntnis der Objekte macht einerseits einen rudimentären Analogieschlufs und andererseits die selektive Anwendung der Erfahrungsdaten zu einem bestimmten Zwecke möglich.

Bis zu diesem Stadium kann sich die Seele bei den höheren Tieren entwickeln. H. hat selbst eine Reihe von Experimenten an Hunden, Katzen, Seehunden, einem Elefanten und zwei Affen (Rhesus und Chimpanse) angestellt. Diese Versuche ergeben folgendes: Die höheren Tiere lernen die konkreten Objekte kennen, ähnliche unterscheiden und sie sowohl als ganzes wie als Mittelpunkt mannigfacher Beziehungen auffassen. Die Tiere lernen durch Aufmerken auf die einfachen Folgen von Vorgängen, und zwar sehr leicht, wenn der erste Vorgang eine eigene Handlung ist und der zweite eine Folge dieser Handlung, welche sie fördert oder schädigt; in manchen Fällen lernen sie auch durch die Wahrnehmung der Handlungen des Experimentators und deren Folgen. Dabei spielt übrigens die Aufmerksamkeit eine wesentlichere Rolle als die Wiederholung. Was die Tiere in beiden Fällen lernen, besteht oft darin, eine gewisse Veränderung in den wahrgenommenen Dingen hervorzubringen als einen Fortschritt in der Erlangung der Nahrung. Es handelt sich nicht um eine einfache motorische Reaktion auf eine bestimmte Wahrnehmung, sondern mehr um eine Kombination von Anstrengungen, um bestimmte physikalische Veränderungen in den wahrgenommenen Objekten herbeizuführen, welche ihnen, wie sie gelernt haben, zu ihren Zwecken helfen. Diese Richtung der tierischen Handlung auf eine äufsere Veränderung ist nach H. als eine „praktische Idee“ allerdings in ganz roher Form zu bezeichnen. Diese

Idee besteht nicht in begrifflicher Analyse des Wahrgenommenen; es besteht auch im allgemeinen keine natürliche Tendenz zum Lernen durch Wahrnehmungen, noch weniger zu einer überlegten Nachahmung. Doch zeigt H. an zahlreichen Beispielen, daſs bei den höchsten Säugetieren, besonders bei den Affen, sowohl „praktische Ideen“ in einer weniger rohen Form als eine gewisse Originalität in der Anwendung derselben besteht, daſs man von „praktischem Urteil“ sprechen kann. Die sozialen Instinkte bei den höheren Tieren, ihr Leben in Herden, wobei sie sich gegenseitig helfen oder meiden, zeigen die ersten Spuren der Moralität, allerdings nicht in dem Sinne einer abstrakten Tugend sondern eines konkreten Vorhabens. Das Tier zeigt Sympathie, nicht weil Sympathie eine Tugend ist, sondern weil es Sympathie fühlt. Dabei handelt es sich aber auch nicht um eine ererbte oder angewöhnte Art der Reaktion auf einen bestimmten Reiz wie bei den niederen Tieren, sondern das Tier ist z. B. bestrebt, anderen oder einem Menschen aus der Bedrängnis zu helfen, indem es die Gefahr erkennt und die Mittel anwendet, dieselben zu beseitigen. Das Tier bildet sich kein allgemeines Urteil über die Lage, in der sich der Gefährdete befindet, noch hat es einen Begriff von den Gefühlen des Gefährdeten, sondern sein Vorhaben und seine Handlungen sind auf das Konkrete und Praktische gerichtet. „Seine Impulse werden in Begehren verwandelt durch das Bewuſstsein seiner Absichten, und in Handlungen umgesetzt durch die aufgefaſste Beziehung der Mittel zum Endzweck.“ Weiter reicht die tierische Intelligenz nicht.

Die höheren Stadien entwickeln sich nur beim Menschen. Die Bildung von Begriffen, das begriffliche Denken und das Produkt desselben, Phantasie, Moral, Religion und Wissenschaft, die Systematisierung der Wissenschaften, sie bilden den Höhepunkt der Entwicklung des Geistes, dem die ethische Entwicklung parallel geht. Beide Entwicklungen konvergieren nach einem und demselben Punkte: der Organisation des Lebens der Rasse durch die Kenntnis seiner Bedingungen. Die interessanten Einzelheiten dieser Entwicklung beim Menschen können, wie sie H. schildert, in dieser Besprechung, die schon zu lang geworden ist, nicht auseinandergesetzt werden, sondern in dieser Beziehung muſs auf das Original verwiesen werden, dessen Lektüre nur angelegentlich empfohlen werden kann.

Hoppe (Königsberg).

K. Marbe. **Experimentell-psychologische Untersuchungen über das Urteil. Eine Einleitung in die Logik.** Leipzig, Engelmann, 1901. 103 S. Mk. 2,80.

Alle Urteile sind offenbar psychische Erlebnisse, aber nicht alle Erlebnisse werden zu Urteilen. Was muſs zu einem psychischen Erlebnisse hinzukommen, damit sie zu Urteilen werden? Das ist die Frage, deren Beantwortung der Verf. in dieser Arbeit geben will.

Unter Urteilen werden alle die Bewuſstseinsvorgänge verstanden, auf welche die Prädikate: richtig oder falsch — eine sinngemäſse Anwendung finden. Daher können nicht nur ganze Sätze, sondern auch einzelne Worte, bloſse Vorstellungen und Gebärden zu Urteilen werden.

Verf. will obige Frage experimentell beantworten und bedient sich dabei folgender Methode:

Der Beobachter wurde veranlaſst, alle die Bewuſstseinsvorgänge, die zu Urteilen werden können, zu erleben, und dann sofort zu berichten, welche Bewuſstseinsvorgänge gleichzeitig mit diesen erlebt wurden und welche alsdann dem Urteil seinen spezifischen Charakter verleihen sollten. Einige Beispiele mögen dies erläutern.

Der Versuchsperson wurde zugerufen: Welches ist die Hauptstadt von Frankreich? Indem sie darauf mit Paris antwortet, sagt sie etwas, was richtig oder falsch sein kann, also ein Urteil ist. Oder sie wird aufgefordert, von zwei Gewichten das schwerste zu bezeichnen. Indem sie dies durch eine hinweisende Handbewegung tut, bekundet sie etwas, was richtig oder falsch sein kann, also ebenfalls ein Urteil ist. Die Versuchsperson muſs nun berichten, was sie beim Aussprechen der Worte oder bei der erwähnten Handbewegung erlebt hat. Die Resultate waren nun bei beiden Versuchspersonen übereinstimmend die, daſs auſser den als Urteile fungierenden Wahrnehmungsvorstellungen zwar noch einige wenige andere Erlebnisse, wie Bewegungsvorstellungen, Spannungsempfindungen, gewisse unbestimmte Bewuſstseinslagen usw. von der Versuchsperson erlebt wurden, sich aber keinerlei Bewuſstseinsvorgänge aufweisen lieſsen, die für das Urteil spezifisch wären. Hieraus schlieſst der Verf., daſs es psychologische Bedingungen und Merkmale des Urteils nicht gäbe, dieses also psychologisch nicht zu bestimmen sei.

Man muſs sich also nach anderen Kennzeichen für das Urteil umsehen. Urteile sind, so lautete die Definition, Bewuſstseinsvorgänge, au die sich die Prädikate „richtig oder falsch" anwenden lassen. Richtig oder falsch kann aber eine Vorstellung nur dann sein, wenn sie sich auf einen Gegenstand bezieht, mit dem sie übereinstimmt resp. nicht übereinstimmt. Diese Beziehung kann nun keine beliebige, sich zufällig ergebende, sondern sie muſs vom Urteilenden beabsichtigt sein und die Übereinstimmung ist Endziel dieser Beziehungsetzung.

So kann man schlieſslich sagen: Alle Erlebnisse können zu Urteilen werden, wenn sie nach der Absicht des Erlebenden entweder direkt oder in ihren Bedeutungen mit anderen Gegenständen übereinstimmen sollen. Der Einwand, daſs der Urteilende, wie die Versuchsprotokolle ergaben, von dieser Absicht nichts erlebt, erscheint Verf. nicht stichhaltig; denn mit Absicht wird alles getan, was einem bestimmten Zwecke dient und es ist durchaus nicht nötig, sich dieser Absicht dauernd bewuſst zu sein und den Zweck immer vor Augen zu haben.

Auf ähnlichem Wege kommt Verf. auch hinsichtlich der Beurteilung und des Verstehens gehörter und gelesener Urteile zu dem gleichen Resultate; nämlich, daſs auch das Verstehen und Beurteilen von Urteilen nicht von psychischen Vorgängen begleitet ist, die etwas dafür Spezifisches an sich hätten. Dieses Resultat ist nach den bisherigen Ergebnissen von vornherein einzusehen. Denn das Beurteilen von Urteilen ist doch selbst wieder ein Urteil, insofern sich auch hier fragen läſst, ob das erste Urteil richtig oder falsch beurteilt worden ist. Und was für das eine Urteil gilt, muſs auch für das andere zu recht bestehen.

Das Gesamtergebnis der ganzen Untersuchung ist also, daſs sich psychologische Kriterien für das Urteil nicht aufstellen lassen, die Lehre

vom Urteil gehört also in keiner Weise in die Psychologie, sondern einzig und allein in die Logik.

Das Resultat mufs überraschen.

Es ist hier nicht der Ort, über das Wesen des Urteils endgültig zu entscheiden. Nur soviel sei bemerkt:

Urteile sind doch sicher Gebilde, die im Verlaufe des psychischen Geschehens auf bestimmte Ursachen hin auftreten und die sich in der unmittelbaren Selbstbeobachtung anderen psychischen Erlebnissen wie Empfindungen, Vorstellungen, Gefühlen gegenüber deutlich als etwas von ihnen verschiedenes, eben als Urteile aufdrängen. Könnte der Unterschied zwischen blofser Wahrnehmung und Urteil nicht unmittelbar erlebt werden, wie käme man dann überhaupt dazu, vom Urteil als einem psychischen Gebilde zu sprechen; wäre das Urteil nicht etwas, was sich in irgend welcher Weise psychisch eindeutig erleben läfst, wie wäre es möglich, es auf Wunsch hervorzurufen und mit ihm zu experimentieren!

So sicher wir also ein Recht haben, gewisse psychische Erlebnisse im Gegensatz zu anderen als Urteile zu bezeichnen, so sicher müssen auch psychische Erlebnisse bestehen, welche eben das Charakteristische des Urteils ausmachen; und diese müssen sich auch bei genauer Beobachtung mehr oder weniger sicher feststellen lassen.

Dafs dem Verf. dies nicht gelungen ist, liegt hauptsächlich an der angewandten Methode. Sehr viele der vom Verf. in der Versuchsperson hervorgerufenen Erlebnisse haben kaum noch den Anspruch darauf, als Urteile bezeichnet zu werden. Es handelt sich hier vielmehr um rein assoziative Vorgänge, wie bei einfachen Rechenaufgaben und Fragen aus dem alltäglichen Leben, deren Beantwortung infolge der Übung und Gewöhnung ohne eigentliche Urteilstätigkeit, rein mechanisch abzulaufen vermag. Bei einer anderen Reihe von Urteilen ist zwar eine solche Tätigkeit notwendig, aber ist sie ein- oder einigemal erfolgt, so haftet das Resultat dauernd im Gedächtnis und wird gegebenen Falls nur als Gedächtnisbild reproduziert, ohne dafs eine eigentliche Urteilstätigkeit dazu nötig wäre. Als Beispiel sei die Frage erwähnt: Wer ist gröfser, Goethe oder Schiller? Ist man sich erst einmal darüber klar geworden, so erfolgt die Antwort auf diese Frage durch reine Reproduktion.

Wenn auch zuzugeben ist, dafs in allen diesen Erlebnissen Urteile bis zu einem gewissen Grade anzutreffen sind, so sind sie doch durch alltägliches Vorkommen so abgeschliffen und in ihrem eigentlichen Wesen so verwischt, dafs sie uns als Urteile kaum noch zum Bewufstsein kommen, für eine Urteilsanalyse daher völlig ungeeignet sind.

Dazu kommt, dafs Verf. sich eine richtige Lösung des Problems durch seine Fragestellung selbst versperrt hat. Verf. fragt nach den begleitenden Erlebnissen, welche etwa zu den zu Urteilen werdenden Bewufstseinsvorgängen hinzukommen, und zieht aus dem Fehlen solcher Begleiterscheinungen das oben erwähnte Resultat. Aber es wäre doch möglich, dafs das spezifisch urteilsmäfsige nicht in neuen Bewufstseinsinhalten bestünde, die zu den Wahrnehmungen hinzutreten, sondern dafs die Wahrnehmungen, wenn sie zu Urteilen werden, selbst dadurch verändert werden und eine andere Bedeutung in unserem Bewufstsein einnehmen. Es wäre also mög-

lich, dafs inhaltlich nichts Neues hinzukommt, und nur der schon vorhandene Wahrnehmungsinhalt verändert wird. Alsdann könnten die vom Verf. angestellten Experimente freilich kein positives Resultat ergeben. Dafs nun die Versuchspersonen von einer eventuellen Veränderung des Wahrnehmungsinhaltes nichts angegeben haben, erklärt sich damit, dafs wir überhaupt kaum in die Lage kommen, nur wahrzunehmen, dafs in allen unseren Wahrnehmungen Urteile vorhanden sind, dafs andererseits, wie bereits erwähnt, unsere Urteile leicht zu blofs assoziativen Vorstellungsverbindungen herabsinken. Daher tritt das spezifisch Urteilsmäfsige als immer, aber niemals sehr deutlich vorhanden, gegenüber dem wechselnden Wahrnehmungsinhalt, leicht zurück; dieser wird daher deutlicher als jener im Bewufstsein haften, uns bei einer nachträglichen Schilderung, besonders wenn sie, wie in vorliegenden Experimenten rasch und auf Befehl erfolgen mufs, vorwiegend berücksichtigt werden. — Urteile sind, so meint der Verf., Erlebnisse, auf die sich die Prädikate richtig oder falsch sinngemäfs anwenden lassen; auf blofse Wahrnehmungen diese Prädikate anzuwenden, ist offenbar Unsinn, ein Sinneseindruck, eine Vorstellung als solche ist weder wahr noch falsch, sie ist. Also mufs doch, wenn ich diese Prädikate sinngemäfs anwenden darf, die blofse Wahrnehmung sich irgend wie geändert haben, es mufs etwas anderes aus ihr geworden sein. Verf. sieht dies darin, dafs vom Urteilenden eine Übereinstimmung zwischen Vorstellung und Gegenstand beabsichtigt ist. Wenn aber eine Übereinstimmung beabsichtigt ist, so müssen die Vorstellungen ausgewählt werden, um die Absicht zu verwirklichen; denn mit einem Gegenstande assoziieren sich viele Vorstellungen, aber fürs Urteil können nur die in Betracht kommen, die zu einer Übereinstimmung mit ihm führen. Diese Auswahl mufs doch schliefslich gesetzmäfsig erfolgen; und mag es nun ein Assoziationsvorgang oder Apperzeptionsvorgang sein, mag er sich als Analyse oder Synthese auffassen lassen, jedenfalls liegen hier Bewufstseinsvorgänge vor, die allein dem Urteil zukommen und die näher zu erforschen, Aufgabe der Psychologie sein mufs.

Wenn ich urteile, so erlebe ich mich als tätig, im Gegensatz zu den sich mir aufdrängenden Wahrnehmungen, die ich passiv hinnehmen mufs. Diese Tätigkeit besteht, wie Verf. meint, in der Absicht der Übereinstimmung zwischen Objekt und Vorstellung; aber diese Absicht braucht nicht zum Bewufstsein zu kommen. Ein Maler malt z. B. eine Stelle seines Bildes, so meint Verf., zuerst zu dunkel, um sie nachher heller zu übermalen, ohne sich beim Malen dieser Absicht klar zu sein. Sagt man ihm aber, diese Stelle ist ja zu dunkel, dann wird er antworten: ich habe das absichtlich so gemalt. Das heifst doch aber, im Augenblick, wo er seine Aufmerksamkeit auf sein Handeln richtet, wird er sich seiner Absicht bewufst; nur im Verlaufe der Tätigkeit tritt dieses Bewufstsein zurück. Ähnlich das Urteil: es mufs einer bewufsten Absicht entspringen, beim Urteilen selbst tritt sie gegenüber dem Inhalt zurück, mufs aber wieder bewufst werden, sobald die Aufmerksamkeit auf sie gerichtet wird. Wieso nun das Bewufstsein der Tätigkeit und Absicht zeitweise zurücktreten kann, was dafür an seine Stelle tritt, das alles zu erforschen, ist ebenfalls Aufgabe der Psychologie.

Ob nun freilich ein Urteil richtig oder falsch ist, das kann die Psychologie nie feststellen, das ist Sache der Logik.

Aber mit dem Augenblicke, wo die Frage nach der Richtigkeit aufgeworfen werden kann, hat sich das Urteil gleichsam vom Subjekt losgelöst und Selbständigkeit gewonnen, als fertiges Gebilde steht es vor uns und wird auf seine Berechtigung und seinen Erkenntniswert geprüft. Aber ehe es dazu kommen konnte, hat es im Bewufstsein des Urteilenden eine Entwicklungsreihe durchlaufen, und hat einen wesentlichen Bestandteil seines psychischen Lebens gebildet. Dies alles hat die Psychologie zu ergründen; freilich ist dies nicht leicht, und die Lehre vom Urteil gehört zu ihren schwierigsten Problemen; aber einige Experimente, die nicht einmal den Kern der Sache treffen, werden es, wie Ref. zu zeigen versucht hat, nicht lösen.

Zum Schlufs noch eines: Wollte man das Urteil der Psychologie entziehen, weil es eine fundamentale Rolle in der Logik spielt, so wäre dies dasselbe, als wenn man, um einen ähnlichen Vergleich wie der Verf. zu gebrauchen, den Zucker aus der Chemie verbannen wollte, weil er in der Lehre von den Nährstoffen des Menschen eine wichtige Bedeutung hat.

Schliefslich gehört die physiologische Chemie doch nun einmal in die Chemie, aber die in ihr behandelten Körper unterscheiden sich in ihrem Verhalten doch wesentlich von anderen chemischen Körpern, ihr Aggregatzustand ist anders, wie der der meisten anderen, ihre Struktur etc.; sie unterscheiden sich von ihnen, wie sich auf psychischem Gebiete Urteile von anderen Bewufstseinsvorgängen unterscheiden. Wie nun aber die Eiweifskörper ebensogut Gegenstand der Chemie sind, wie die Metalle, so mufs auch immer das Urteil als psychisches Erlebnis von der Psychologie behandelt werden. Moskiewicz (Breslau).

C. Bos. **Du plaisir de la douleur.** *Rev. philos.* 54 (7), 60—74. 1902.

Ausgeschlossen werden von vornherein diejenigen Fälle, wo ein Individuum infolge von individuellen Dispositionen da Vergnügen empfindet, wo wir Schmerz empfinden. So z. B. ist für den Hysterischen eine Schmerzempfindung etwas Angenehmes, weil dieselbe ihn von seiner Unempfindlichkeit befreit. Desgleichen sind diejenigen Fälle auszuschliefsen, wo jemand zugleich weint und lacht.

Zum Verständnis des vorliegenden Problems schickt Verf. einiges voraus: Unmerkliche Übergänge führen vom Vergnügen zum Schmerz. Dasselbe seelische Ereignis, welches von einem Gesichtspunkte aus schmerzlich ist, verschafft uns vom anderen Gesichtspunkte aus ein Vergnügen, welches aus seinem schmerzhaften Charakter hervorgeht. Dem Schmerz über das Vergnügen begegnet man seltener, nämlich nur in den kompliziertesten Fällen des moralischen Vergnügens. Das Vergnügen ist viel hinfälliger als der Schmerz, dem Indifferenzpunkte näher. Der Schmerz schreibt sich viel tiefer in unser Bewufstsein ein als das Vergnügen. Das Vergnügen ist eine Art Luxus, unwichtig, überflüssig. Diejenigen Theorien haben Recht, welche das Vergnügen einen negativen Zustand

nennen. Erfährt das Individuum eine Unterdrückung, so verschwindet das Vergnügen zuerst.

Alle Personen, welche Vergnügen am Schmerz empfinden, sind deprimierte, bei denen die Fähigkeit, Vergnügen zu empfinden, mehr oder weniger geschwunden ist, ebenso wie die Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, erhalten geblieben ist. Zu diesen Erscheinungen gehört das Vergnügen am eigenen Leiden. Dies erklärt sich durch drei Umstände: 1. Der Schmerz, welcher mit dem vergangenen Vergnügen kontrastiert, belebt das Vergnügen von neuem, welches die Gewohnheit zu ersticken drohte. 2. Der voraufgehende Schmerz verstärkt den positiven Charakter des Vergnügens, welches ohne ihn nicht lebhaft genug gewesen wäre, um den indifferenten Zustand zu überschreiten. 3. Der Schmerz erhöht momentan das erhöhte Niveau der Sensibilität. Der Mensch fühlt lieber Schmerz, ehe er gar nichts fühlt.

Es gibt verschiedene Arten von Schmerz, denen man sich nicht anders akkommodieren kann, als dafs man sich an sie gewöhnt. Von der Gewohnheit bis zum Vergnügen ist aber nur ein Schritt. Der Schmerz, welcher ein Bedürfnis befriedigt, ist ein Vergnügen. In diesem Sinne ist schliefslich auch das Sterbenwollen ein Triumph, als Sieg über das Leben.

Giessler (Erfurt).

Ernst Jentsch. **Die Laune. Eine ärztlich-psychologische Studie.** Wiesbaden, Bergmann, 1902. 60 S. Auch: *Grenzfragen des Nerven- u. Seelenlebens* (15.)

Laune ist etwas, so bemerkt der Verf. mit Recht gleich am Anfange seiner interessanten Abhandlung, das eigentlich nicht zu sein brauchte. Wir vermissen sie nicht, wenn wir sie bei jemandem nicht antreffen, und wir sind auch nicht sehr überrascht, wenn wir sie irgendwo finden. Von Laune sprechen wir im gewöhnlichen Leben meist dann, wenn wir nicht imstande sind, die launenhaften Erscheinungen genügend zu motivieren, wenn sie aus dem eigentlichen Wesen des betreffenden Individuums herausfallen, ohne jedoch dieses dabei zu verändern. Je mehr wir eine Handlung verstehen, um so weniger schreiben wir sie der Laune zu; daher wollen wir uns selbst, die wir doch die Ursachen unserer Handlungen relativ gut kennen, nur wenig oder gar keine Launen zuerkennen; daher erleben wir oft, dafs wir uns so lange über jemandes Verhalten wundern, bis wir selbst einmal in dieselbe Lage versetzt, ebenso handeln und die Notwendigkeit gerade solchen Handelns einsehen, und daher von Willkürlichem, Launenhaftem nicht mehr reden dürfen. Die Laune zeigt sich in den verschiedensten Formen. Bald ist sie so gering, dafs sie uns fast völlig entgeht, bald steht sie so im Vordergrunde, dafs sie das Wesen der Person völlig zu bilden scheint. Bald haben wir etwas Mutwilliges, Kraftstrotzendes, bald etwas Geknicktes, Schwächliches, bald etwas Heiteres, Gütiges, bald etwas Trauriges, Verbittertes für uns. Bald erscheint uns die Laune als freundliches Geschenk, dafs dem Menschen gegeben ist, bald als grausame Qual, unter der er leiden mufs.

So erhält die Laune schliefslich den Charakter eines psychischen Grenzzustandes, der sowohl zum normalen, wie zum kranken Seelenleben gehören kann. Freilich sind die psychischen Störungen nur geringfügiger

Art, sie verändern das Wesen der Persönlichkeit nicht, aber oft findet der Arzt schon tieferliegende Abnormitäten, wo der Laie nur von Laune spricht. So können wir denn unter Laune im weitesten Sinne verstehen: „Geringfügige Anomalien psychischer Vorgänge oder ebensolche Ausfallserscheinungen von unbeträchtlicher Tragweite, deren psychologisches Verständnis mit unserer Erfahrung nicht oder nicht vollständig vereinbar ist."

Verf. spricht sodann von der Laune als Stimmungshintergrund, d. h. einer eigentümlichen Stimmung, einer bestimmten Gefühlsqualität, in der sich manche Personen überwiegend befinden, in die sie zurückkehren, sobald sie durch äufsere Einflüsse aus ihr entfernt werden.

Eine andere Form der Laune ist der rasche und häufige Stimmungswechsel, der sich häufig bei neuro- und psychopathisch veranlagten Individuen vorfindet.

Den Schlufs bilden Ratschläge zur Abhilfe der Laune, die ja in den meisten Fällen für die betreffende Person eine reiche Quelle von Unlust und Ärger ist. Ganz zu verwerfen sind die oft empfohlenen Mittel, durch Ironie, Spott, Sarkasmus, bei Kindern durch Prügel die Laune zu beeinflussen. Man würde nur ein Unlustgefühl durch ein anderes verdrängen.

Am meisten kann eine sachgemäfse Erziehung erreichen, die freilich die neuropathische Disposition, die wesentlichste Ursache der Laune, nicht beeinflussen kann.

Es ist unmöglich, hier auf die Fülle feiner Beobachtungen dieses Buches einzugehen, sie müssen im Original nachgelesen werden.

MOSKIEWICZ (Breslau).

JAMES SULLY. **Les théories du risible.** *Rev. philos.* 54 (8), 113—139. 1902.

Verf. unterscheidet zwei Gruppen von Theorien über das Lächerliche: Nach der ersten besteht die geheime Kraft des Lächerlichen in irgend etwas Unwürdigem und Untergradigem, das wir am Objekt wahrnehmen. S. nennt diese Theorie die moralische. So bietet uns nach ARISTOTELES die Komödie eine Nachahmung der Charaktere von inferiorem Typus: Das Lächerliche ist eine Unterabteilung des Häfslichen und besteht in irgend welcher Deformität, welche jedoch mit dem Schmerzhaften und Verderblichen nichts zu tun hat. Die Ansicht von HOBBES, dafs noch das Gefühl der eigenen Superiorität hinzukommen müsse, wird als auf viele Fälle nicht anwendbar verworfen. A. BAIN führt das Lachen zurück auf die Degradierung von irgend welcher Person oder von irgend welchem Interesse, welche für hoch gehalten werden unter Umständen, welche keine andere heftige Emotion erregen. Auch an dieser Theorie macht Verf. mannigfache Ausstellungen. — Der zweite Typus von Theorien über das Lächerliche sucht den Grund dafür in einem partiellen Effekt, welcher in unserem intellektuellen Mechanismus hervorgebracht wird, z. B. in der Negation dessen, was wir zu erwarten berechtigt waren. Der erste Repräsentant dieser Theorie ist KANT. Nach SULLY reizt jedoch z. B. das Bizarre, das beste Beispiel für die KANTsche Theorie, nicht deshalb zum Lachen, weil unsere Erwartung unterdrückt wird, sondern als „angenehme Neuigkeit". Er hält daher diese Theorie für ungenügend. Nach SCHOPENHAUER hat unser Lachen seinen Ursprung in einem Kontrast zwischen der

Perzeption und Konzeption eines Objekts. Auch die SCHOPENHAUERsche Ansicht genügt nicht, weder für die von ihm angeführten Beispiele, noch auch für andere Arten des Lachens. Vielmehr rührt das Gefühl freudiger Genugtuung, welches wir beim Anblick von etwas Unschicklichem empfinden, zum gröfsten Teile von dem Umstande her, dafs wir das Dazwischenkommen von irgend einer Sache empfinden, welche mit der Situation nicht zusammenstimmt. Also auf den apperzeptiven Faktor kommt es an. — Beide Theorien sind miteinander kombiniert worden, z. B. durch HAZLITT, welcher das Komische als eine durch etwas Difformes oder Unschickliches getäuschte Erwartung auffafst (d. h. durch etwas dem Schicklichen und Wünschenswerten Entgegengesetztes). Hierher gehören auch die Definitionen von SPENCER, LIPPS und FOUILLÉE. Am leichtesten könnte man unter den verschiedenen Ansichten über das Lächerliche dadurch Übereinstimmung erzielen, dafs man sagte, es sei immer eine Art von Fehler im Spiel, so dafs die lächerlichen Dinge einem bestimmten Typus nicht entsprechen, z. B. demjenigen, welcher durch das Gesetz und die Gewohnheit bestimmt wird. Einige von den Dingen, welche unser Lachen erregen, stimmen mit dem Vergnügen überein, das ein Kind beim Anblick von etwas Neuem empfindet. Verf. führt drei Punkte der Aehnlichkeit zwischen dem Lachen und der Freude an und gelangt zu dem Resultat, dafs bei beiden unsere sinnliche Disposition dieselbe ist. Aus diesem Grunde fühlt er sich berechtigt, die Freude als Fundamentalprinzip unserer Theorie des Lachens zu machen. Er sucht dies an einer Anzahl von Beispielen durchzuführen, dafs immer die Freude den Hintergrund des Lachens bildet. —

Das Lächerliche gehört offenbar in das Gebiet des Komischen, also in die Ästhetik. Hier hatte bekanntlich C. GROOS durch Heranziehung des Begriffes der „inneren Nachahmung“ eine Annäherung des ästhetischen Einfühlens an den Spieltrieb versucht. Indem nun Verf. eine Parallele zieht zwischen dem Lachen und dem Vergnügen des Kindes über neue Dinge, berührt er mit seiner Theorie die Idee von C. GROOS.

GIESSLER (Erfurt).

H. SCHWARZ. **Gefallen und Lust. Ein Beitrag zur Einteilung der seelischen Vorgänge.** *Philos. Abhandl., R. Haym gewidmet*, 407—506. 1902.

Den Gegenstand der Abhandlung bildet die Lehre vom Gefallen als einem von dem Lustgfühl zu unterscheidenden Willenselemente. Der Standpunkt des Verf.s ist aus seiner „Psychologie des Willens“ (s. *diese Zeitschrift*, 27, S. 437) bereits bekannt. Inhaltlich weicht das hier Vorgetragene von der im Buche gegebenen Darstellung nur darin ab, dafs nicht mehr von allem Gefallen behauptet wird, dafs es Lust errege, sondern nur von dem satten oder sattwerdenden. „Unsattes Gefallen erregt Wünschen, sattes Gefallen erregt Lust.“ Auf Grund der Unterscheidung von Gefallen und Lust wird ein Schema zur Einteilung der Gefühle gegeben und auf Grund der allgemeineren, ebenfalls aus der „Psychologie des Willens“ bereits bekannten Unterscheidung von Akten und Zuständen des Bewufstseins, ein solches zur Einteilung der seelischen Vorgänge überhaupt. Verf. ist bemüht, seine Lehre gewissermafsen als

eine historisch-begriffliche Notwendigkeit darzustellen. Von diesem Gesichtspunkt aus werden auch die einschlägigen Lehren von Ribot, Külpe, Rehmke, Stumpf, v. Schubert-Soldern, Meinong, Mackenzie und Irons besprochen. Edith Kalischer (Berlin).

O. Külpe. **The Conception and Classification of Art from a Psychological Standpoint.** *The University of Toronto Studies*, Psychological Series, 2, 1—23. 1902.

Verf. sucht auf Grund seiner Analyse des ästhetischen Eindrucks (s. *Vierteljahrsschrift für wissensch. Phil.*, **23**, S. 154), den Begriff der Kunst zu bestimmen und eine Klassifikation der Künste zu geben. Kunst wird definiert als menschliche Hervorbringung ästhetischer Eindrücke. Hiernach wird ihr Verhältnis zur Natur, zur Industrie, zur Wissenschaft und Philosophie kurz erörtert. Tiefer liegende Schwierigkeiten werden hier nicht berücksichtigt; so, wenn Verf. bei Besprechung des Kunstgewerbes die praktische und die ästhetische Bestimmung eines und desselben Gegenstandes als ganz unabhängig von einander, nur wie eine zufällige Personalunion, auffaſst. —

Die Klassifikation geschieht nach den Unterschieden des direkten Faktors im ästhetischen Eindruck: die Künste werden eingeteilt in optische, akustische und optisch-akustische. Indem nun zur Herstellung der Unterabteilungen ein anderes Einteilungsprinzip des 18. Jahrhunderts, — das nach den Darstellungsmitteln — mit der Motivierung herangezogen wird, daſs es nur eine natürliche Differenzierung des direkten Faktors bedeute, entsteht ein logisch nicht einheitliches und psychologisch nicht einwandfreies Schema. So kann die Nebenordnung der Tonkunst und Wortkunst als akustischer Künste gerade vom psychologischen Standpunkte aus deshalb nicht angenommen werden, weil Worte in ganz anderer Weise den direkten Faktor der Poesie als Töne den der Musik bilden. Als nicht genügend muſs es ferner bezeichnet werden, wenn die Architektur zu einem Aggregat aus plastischen- und Flächenwirkungen gemacht wird, und zwar zu einem Aggregat in demselben Sinne, in dem die Vokalmusik ein solches aus Wort- und Tonkunst darstellt.

Edith Kalischer (Berlin).

Die Empfindlichkeit des Ohres.

Von

H. Zwaardemaker in Utrecht.

Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres ist in den Mitteloktaven aufserordentlich grofs. Luftschwingungen von so verschwindend kleiner Amplitude, dafs die heutige Physik uns kein Mittel hergibt, um sie sichtbar zu machen, verursachen einen lauten Schall. Es hat nicht an Schätzungen dieser ungemein kleinen Energiemengen gefehlt. Die Töne z. B., zu deren Beobachtung das Sinnesorgan am besten geeignet ist, werden bereits hörbar, wenn eine Schallmenge weniger als $^1/_{100\,000\,000}$ eines Ergs in unser Ohr gelangt. Wenn man sich nun vergegenwärtigt, dafs ein Erg selber bereits eine sehr kleine Einheit ist und nicht mehr als $^1/_{42\,000\,000}$ einer Gramm-Kalorie entspricht, kommt man wirklich zu einer minimalen Gröfse, unendlich viel kleiner z. B. als die Verbrennungswärme eines Körnchens einer chemischen Verbindung. Wien hat diesem Verhalten Ausdruck gegeben, indem er sagte, wir würden einen Grashalm wachsen hören können, wenn wir nur über Mittel verfügten, um seine dabei aufgespeicherte Energie in Schall überzuführen.

Nicht überall in der Skala aber ist das menschliche Ohr so aufserordentlich empfindlich. Sobald man das Gebiet der in der Musik verwendeten Tonhöhen (C^{-1} — f^5) verläfst, nimmt die Empfindlichkeit rasch ab und in der Nähe der Grenztöne sind sogar bedeutende und physikalisch leicht demonstrierbare Energiemengen sensoriell unwahrnehmbar.

Die äufsersten Grenzen der menschlichen Tonleiter habe ich früher auf E^{-3} und e^7 bestimmt.[1] Die untere dieser beiden

[1] H. Zwaardemaker: *Ned. Tydschr. v. Gen.* 2, S. 737; 1890. — *Archiv f. Ohrenheilk.* **32**, S. 53; **35**, S. 299.

Grenzen läfst sich jetzt nicht mehr aufrecht halten, denn VAN SCHAIK[1] hat seitdem dargetan, dafs so ausgiebige Schallschwingungen als hier erforderlich sind, notwendig zur Bildung von Obertönen in der Luft Veranlassung geben auch dann, wenn die Schall erzeugende Lamelle, wie in unserem Falle, ursprünglich reine Sinusschwingungen ausführt. Wahrscheinlich also ist nicht $E^{-3} = 10$ Schwingungen, sondern $E^{-2} = 20$ Schwingungen in unseren Versuchen der wirkliche Grenzton gewesen, was mit dem an reinen Intermittenztönen erworbenen Resultaten SCHÄFERS übereinstimmt.[2]

Der obere Grenzton f^7 ist wahrscheinlich richtig. Er ist wenigstens der höchste Ton der praktisch mit reinen Schallquellen (Klangstäbe, Stimmgabeln) erreicht worden ist. Zwar glaubt EDELMANN[3] mit seiner Galtonpfeife noch höhere hörbare Töne hervorgebracht und damit sogar KUNDTsche Staubfiguren bekommen zu haben, aber jene Versuche haben der Kritik C. S. MYERS'[4] nicht standgehalten. Will man vollkommen sicher gehen, so hat man f^7 als höchst hörbaren Grenzton anzunehmen.[5]

Wir wollen versuchen die Energiemenge, welche den Schallquellen dieser Grenztöne innewohnt, abzuschätzen.

Unterer Grenzton. Man denke sich einen Ton von 20 doppelten Schwingungen durch eine APPUNNsche Drahtgabel hervorgerufen. Das lauschende Ohr befinde sich in der Symmetrieebene auf 5 cm vom Rande der schwingenden Scheibe in einer Richtung normal auf die Schwingungsebene. Mittels eines angeklebten Schreibstiftes registriere die Gabel ihre Ausschläge auf dem horizontalen rotierenden Zylinder eines Kymographions. Unter diesen Umständen bestimmte ein mit normaler Hörschärfe begabter Arzt die seiner Reizschwelle entsprechende Doppelamplitude auf 1,3 cm, eine Sekunde später auf 1,1 cm (Mittel aus 11 Beobachtungen). Auf die wirkliche Länge der Drahtgabel (Mitte der Scheiben) reduziert, ergab dies eine Doppelamplitude von 1 cm, resp. 0,85 cm. Ich bestimmte nun durch Volummessung die Mafse der Scheiben zusammen auf 87 g (der Gewichtsverlust in Wasser betrug 10,4 g, das Material, aus welchem

---

[1] v. SCHAIK: *Arch. Neerlandaises* **29**, S. 87.

[2] K. L. SCHÄFER findet 16 als Grenzton, *diese Zeitschr.* **21**, S. 172.

[3] EDELMANN: *Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* **36**, S. 335.

[4] C. G. MYERS: *Journal of Physiology* **28**, S. 407.

[5] Vgl. C. STUMPF u. M MEYER: *Ann. d. Physik u. Chemie* N. F. **61**, S. 770.

sie gefertigt, war Gufsmessing, dessen spezifisches Gewicht auf 8,4 angegeben wird).

Die potentielle Energie einer schwingenden Bewegung wird von den physikalischen Lehrbüchern (m = Mafse, a = Amplitude, T = Schwingsungsdauer) zu

$$E = \pi^2 m \frac{a^2}{T^2}$$

angegeben. Führt man in diese Formel die obengenannten Gröfsen ein, so findet man für die potentielle Energie der Gabel 85782 Erg, eine Sekunde später 61763 Erg. Der Verlust beträgt also 24019 Erg.

Oberer Grenzton. Bei einer früheren Gelegenheit[1] fand ich die Töne des kleinen Königschen Galtonpfeifchens bis zu folgenden Entfernungen hörbar:

a^6	bis	auf	43	m
b^6	„	„	4,50	„
c^7	„	„	3,00	„
cis^7	„	„	0,50	„
d^7	„	„	0,10	„
dis^7	„	„	0,01	„

Zu jeder Seite einen Halbton extra-polierend darf man also annehmen, dafs g^6 ungefähr bis auf 10000 mal weitere Entfernung als e^7 hörbar war.

Die Beziehung zwischen Schallstärke und Entfernung ist wiederholt Gegenstand physikalischer Untersuchungen gewesen. Theoretisch nimmt der Schall natürlich ab wie die 2. Potenz der Entfernung. Jedoch empirisch hat man das Gesetz nur im freien Felde und für gröfsere Distanzen bestätigt gefunden. Innerhalb der Räumlichkeiten eines Wohnhauses, im Garten, Promenaden usw. findet die Abnahme des Schalles gewifs nicht in dieser Weise, sondern wahrscheinlich wegen mannigfacher Reflexionen, ungefähr proportional der 1. Potenz der Entfernungen, statt. Vierordt[2] hat hierfür einige Zahlenbeläge angeführt und die tägliche Erfahrung der Ohrenärzte stimmt mit dieser Vierordtschen Angabe überein. Wenn wir letztere vorläufig akzeptieren,

---

[1] Zwaardemaker: *Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* 24, S. 303; 1893.

[2] K. v. Vierordt: Die Schall- und Tonstärke und das Schallleitungsvermögen der Körper. S. 235. 1885.

würde aus der Tatsache, dafs in unserem Falle g^6 des Königschen Galtonpfeifchens 10000 mal weiter hörbar war als e^7 desselben Pfeifchens, zu folgern sein, dafs damals g^7 bei derselben physikalischen Intensität 10000 mal lauter als e^7 geklungen hat, 10000 mal lauter, weil es in 10000 mal gröfserer Entfernung wahrgenommen werden kann.

Die zum Hörbarmachen von g^6 erforderliche, der strömenden Luft entnommene, Energie haben Quix und ich[1] früher auf 49000 Erg pro Sekunde berechnet. Die Bestimmungen geschahen damals nach einer von Rayleigh angegebenen Methode aus der bei günstigstem Lippenstand zum Anblasen der Pfeife verwendeten Luftmenge und aus dem Druck, unter welchem diese entströmte. Dabei wurde ersterer aus der mit Hilfe eines Anemometers aufgenommenen linearen Geschwindigkeit abgeleitet, was erlaubt schien, weil wir den gefundenen Zahlen vergleichenden Wert zukennen wollten. Nun haben spätere Versuche mir ergeben, dafs die lineare Stromgeschwindigkeit nicht in allen Punkten des Areals eines Anemometers die gleiche ist. Sie zeigt sich in den Randschichten bedeutend geringer als in den axialen Teilen des Stromes, so dafs die am Zählwerk abgelesene Geschwindigkeit auch nach Anbringung der vorgeschriebenen Korrektur nicht ohne weiteres der mittleren Geschwindigkeit entspricht. Ja wahrscheinlich, wie Kontrollversuche mit einer sorgfältig geeichten Gasuhr lehrten, ist unter den Bedingungen des Experiments (trichterförmige Zuleitung) nur 46 % der abgelesenen linearen Geschwindigkeit als die wirkliche mittlere Geschwindigkeit, die zur Berechnung der dislozierten Luftmenge zu dienen hat, anzusehen. Wir wollen also die Energie unserer Schallquelle auf 22600 feststellen. Bei diesen Versuchen befand sich der Beobachter auf 20 m von der tönenden Pfeife. Hätte er sich auf 5 cm Distanz befunden, so würde erstens wegen der wegfallenden für diese hohe Tonlage bedeutende Reibung der Luft diese Schallmenge um 5 % verringert werden können und zweitens würde nach Vierordts Distanzgesetz $^1/_{400}$ genügt haben, also rund 54 Erg pro Sekunde. Da e^7 nach Obenstehendem wenigstens 10000 mal gröfsere Energiemenge bedarf, beziffert sich die Energie, welche die Schallquelle des oberen Grenztons auch beim Belauschen aus unmittelbarer Nähe zum Hörbarwerden mindestens abgeben mufs, auf 540000 Erg.

[1] Zwaardemaker u. Quix: *Arch. f. Physiol.* 1902, Suppl. S. 367.

Wir brauchen nicht besonders hervorzuheben, dafs die hier befolgte Rechnungsweise nur zu einer äufserst groben Abschätzung führt. Es ist sehr gut möglich, dafs die wirklichen Werte mehrere Male gröfser oder kleiner sind. Namentlich die Schätzung der Energie der Schallquelle des oberen Grenztons ist ungenau und die Einführung des Distanzgesetzes nach erster Potenz macht es wahrscheinlich, dafs wir zu einem zu hohen Werte gelangt sind. Als eine erste Orientierung wollen wir das Resultat jedoch beibehalten.

Mittelton. Eine analoge Rechnung für eine *fis*^{4} Pfeife, von RAYLEIGH[1] selber ausgeführt, lieferte bei Belauschung auf 820 m Distanz 1 847 000 Erg, also für die Nähe nach unserer Schätzung 0,0138 Erg.

Zusammenfassung. Für den unteren Grenzton finden wir also rund 24 000 Erg, für den oberen Grenzton 540 000 Erg und für einen Mittelton 0,0138 Erg. Diese Zahlen beanspruchen keine Genauigkeit, sondern bezwecken einfach, einen Einblick in die hier existierenden Verhältnisse zu geben. Dieselben beziehen sich auf eine Schallquelle, die aus unmittelbarer Nähe ohne irgend eine Resonanzvorrichtung noch gerade gehört werden kann und geben das Energiequantum an, welches von der betreffenden zweckmäfsigen Schallquelle (Stimmgabel oder Orgelpfeife) pro Sekunde verbraucht wird, das Energiequantum also, welches man ihr pro Sekunde zuzuführen hat, um sie mit der gleichen Intensität einige Zeit tönend zu erhalten.

Der Leser wird sich fortwährend klar zu machen haben, dafs in obenstehenden Fällen die Schätzungen für die Energie der Schallquellen im Momente, dafs sie noch gerade aus unmittelbarer Nähe, sagen wir in 5 cm Entfernung, gehört werden, ausgeführt gedacht worden sind, dafs wir jedoch keineswegs eine Kenntnis darüber gewonnen haben, wie grofs die Energiemenge ist, die unter den angegebenen Versuchsbedingungen das Ohr erreicht. Es ist selbstredend, dafs diese Menge kleiner sein mufs. Bei Übertragungen von der Schallquelle einerseits auf die Luft andererseits findet ein nicht unbeträglicher Verlust statt, es sei denn, dafs Energie zurückgeworfen oder in Wärme übergeführt wird.

Die wirkliche Energiemenge, welche unser Ohr reizt, wenn

---

[1] RAYLEIGH: *Proc. Roy. Soc.* **26**, S. 248; 1877.

wir einen ganz leisen Schall hören, ist von mehreren Beobachtern längs verschiedenen Wegen berechnet worden. Wir haben die Ergebnisse dieser Untersuchungen in einer Tabelle zusammengefafst und der bequemeren Vergleichbarkeit wegen die Schallenergie pro Sekunde und über 1 qcm verbreitet, angegeben.

Wie der Leser ersieht, stimmen die Angaben der fünf ersten horizontalen Reihen ziemlich gut unter sich überein. Die Unterschiede, welche sich dartun, fallen durchaus unter den Bereich der Beobachtungsfehler. Die beiden letzten horizontalen Reihen gehen aber, namentlich in den höheren Oktaven, erstaunlich auseinander. An anderer Stelle haben sowohl Max Wien[1] als mein Mitarbeiter Quix und ich[2] uns über die Ursache dieser Differenzen verbreitet. Wien glaubt sie unserer, nach seinem Urteil unrichtigen, Art des Berechnens zuschreiben zu müssen, wir unsererseits seiner, nach unserem Dafürhalten, unrichtigen Weise des Beobachtens. Wir wollen hier auf diese Controversia nicht zurückkommen und nur kurz hervorheben, dafs unsere Berechnungen sich auf eine empirisch gefundene Proportionalität der Schallenergie in der Luft mit der 1, 2. Potenz des Gabelausschlages stützte (Stefanini hatte früher Proportionalität mit der 1. Potenz gefunden, während Wien Proportionalität mit der 2. Potenz behauptet) und dafs die Resultate Wiens deswegen so aufserordentlich klein ausfallen, weil, wie wir glauben, noch ein mitgehörter aber nicht mitgerechneter, durch Knochenleitung zugeleiteter bezw. vom Telephongehäuse herrührender, Anteil hinzugenommen werden mufs.

Wenn man unsere Berechnungsweise nach der 1, 2. Potenz des Gabelausschlags nicht auf alle Stimmgabeln ausdehnt, sondern auf diejenigen Amplitudines und Distanzen, für welche sie empirisch festgestellt ist, beschränkt, so lassen sich unter gewissen Voraussetzungen aus unseren Beobachtungen von den früher mitgeteilten etwas abweichende Resultate ableiten, welche den Wienschen einigermafsen näher stehen, sei es auch, dafs sie von denselben noch sehr weit entfernt bleiben. Für die eventuell anzugebende Begründung einer solchen Umarbeitung des Versuchsmaterials sei auf unsere frühere Abhandlung hingewiesen. Wir betrachten unsere frühere und diese neuere Methode der

---

[1] M. Wien: *Pflügers Arch.* 97, S. 1.

[2] Zwaardemaker u. Quix: *Arch. f. Phys.* 1904.

Tabelle I.

Schallenergie an der Hörgrenze pro Sekunde und pro Quadratzentimeter passierend in 10^{-8} Erg.

	100	c	g resp. a	200	c^1	g^1 resp. a^1	400	c^2	g^2	800	c^3	g^3	1600	c^4	g^4 resp. f^4	3200	c^5	g^5	6400	c^6	g^6	12800
Töpler u. Boltzmann			9900																			
Rayleigh Pfeife															4500							
„ Stimmgabel					90	43		43														
Wien I (cont.)			857			612																
Wead		7950			295	260		1100	1590		710											
Zwaardemaker u. Quix		5894	9900		2707	469		1306	3727		5530	6618		3486	3652		6564	8214		11124	18336	
Wien II	140			1,2			0,016			0,0008			0,00025			0,00025			0,0008			0,009

NB. Wir citieren Wead nach seinen Errata in *Amer. Journ. of Science* 41, S. 235.

Berechnung für physikalisch gleichberechtigt. In beiden werden Generalisierungen gemacht, die nicht vollkommen zutreffen, jedoch als ein erster Schritt in einer neuen Richtung zugelassen werden können. Gänzlich verfehlt sind sie gewifs nicht, weil beide zu einem befriedigenden Resultate führen, insoweit als sie Werte ergeben, die mit jenen von anderen Autoren nach den verschiedensten Methoden gefunden, übereinstimmen. Namentlich durch die nach unserer ersteren Rechnungsweise in der oben abgedruckten Tabelle enthaltenen Zahlen werden die vereinzelt dastehenden, über die Skala verschiedentlich verteilten, Angaben der klassischen Physik zueinandergebracht.

Wir wollen also auch die wirklichen Schwellenwerte nebeneinander stellen und hiermit die von Wien in 1903 erhaltenen Zahlen vergleichen. Im Gegensatz zur vorigen Tabelle ist das minimale Energiequantum jetzt in allen Tonhöhen zu der gleichen

Tabelle II.
Schwellenwerte.

Tonhöhe	Schwingungszahl	Zwaardemaker u. Quix $\frac{a^{1.2}}{d^2}$	Zwaardemaker u. Quix $\frac{a^2}{d^2}$	Wien 1903
c	128	$30{,}7 \cdot 10^{-8}$	$13 \cdot 10^{-8}$	
g	192	36,6	$36{,}6 \cdot 10^{-8}$	$3000 \cdot 10^{-14}$
c^1	256	7,05	$13{,}4 \cdot 10^{-9}$	
g^1	384	10,6	$13{,}8 \cdot 10^{-9}$	$30 \cdot 10^{-14}$
c^2	512	1,7	$45 \cdot 10^{-11}$	
g^2	768	3,2	$71 \cdot 10^{-10}$	$0{,}7 \cdot 10^{-14}$
c^3	1024	3,6	$59 \cdot 10^{-11}$	
g^3	1536	2,9	$47{,}4 \cdot 10^{-11}$	$0{,}1 \cdot 10^{-14}$
c^4	2048	1,14	$18{,}7 \cdot 10^{-11}$	
g^4	3072	0,79	$13 \cdot 10^{-11}$	$0{,}05 \cdot 10^{-14}$
c^5	4096	1,33	$22 \cdot 10^{-11}$	
g^5	6144	2,45	$39{,}6 \cdot 10^{-11}$	$0{,}3 \cdot 10^{-14}$
c^6	8192	9	$14{,}8 \cdot 10^{-11}$	
g^6	12228	9,94	$16{,}3 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-14}$

NB. In dieser Tabelle ist für c^2 ein mit genauerem Dämpfungsfaktor als in der früheren Publikation berechneter Wert verzeichnet. Statt $0{,}7 \cdot 10^{-8}$ Erg. steht in Spalte 3 jetzt $1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Erg.

Anzahl Perioden (von *c* bis c^5 zwei Schwingungen, von c^5 bis g^6 zu 20 ansteigend) und zum Areal des Gehörgangs zurückgebracht. In dieser Weise vorgehend, enthält die Tabelle diejenigen Werthe, welche nach unserer resp. WIENS Meinung als die wirkliche Schwelle des Gehörs zu betrachten sind.

Wie an anderer Stelle auseinandergesetzt und oben flüchtig angedeutet worden ist, halten wir Spalte 3 und 4 für physikalisch gleichberechtigt, Spalte 5 wegen nicht mitgerechneter Schallmenge für zu klein ausgefallen. Es hat gewifs seine Bedeutung, auch schon bei der gegenwärtigen Lage der Frage eine Wahl zu treffen, welche der Spalten, 3 oder 4, als richtig zu betrachten ist. Physikalische Überlegungen bringen uns vorläufig nicht weiter, denn Spalte 3 stützt sich auf von uns als wahrscheinlich angenommene quantitative Beziehungen bei der Energieübertragung, Spalte 4 auf eine von einigen und auch von WIEN bevorzugte Hypothese, wobei die Stimmgabel als polarisierte Schallquelle betrachtet wird. In Abwartung, dafs weitere Untersuchungen diese rein physikalische Frage erledigt haben werden, ist die Physiologie berechtigt nachzusehen, welche der beiden in Spalte 3 und 4 verkörperten Anschauungen am besten zu ihren übrigen Fakta und Theorien pafst. Es scheint uns kein Zweifel darüber zu existieren, dafs letzteres mit Spalte 3 der Fall ist und sowohl Spalte 4 als Spalte 5 bestimmt zu verwerfen sei.

Das Sprachgebiet der Tonskala wird von den verschiedenen Autoren nicht übereinstimmend angegeben, aber alle sind doch darüber einig, dafs bei weitem die meisten Sprachlaute innerhalb der von unserer Tabelle umfafsten Breite liegen. Die Sprache findet also, nachdem sie vom Ohre analysiert worden ist, hierin gewifs ihren Platz. Nun haben für unser Ohr alle Laute der gewöhnlichen Sprache ungefähr dieselbe physiologische Intensität. O. WOLF hat zwar einige Differenzen in der Tragweite der verschiedenen Vokale und Konsonanten gefunden, aber sehr grofs sind diese doch nicht. Die gröfste Differenz ist um das fünffache. In einer neueren Versuchsreihe hat mein Mitarbeiter QUIX für holländische Sprachlaute ähnliches gefunden. Die Flüsterlaute *r*, *m*, *n*, *ng*, *w*, *oe*, *o* werden bis auf 10 à 12 m, daraus zusammengesetzte Flüsterworte bis auf 6 m verstanden. Die Flüsterlaute *p*, *t*, *k*, *i*, *f* tragen bis auf 20 à 25 und *a*, *e*, *s* bis auf 30 à 35 m. Die aus den beiden letzten Gruppen von

Vokalen und Konsonanten gebildeten einsilbigen Flüsterworte sind bis auf 20 à 25 m von einem normalen Ohr bequem analysierbar. Mehrsilbige Worte sind zu diesen Versuchen weniger geeignet, weil der Akzent Unregelmäſsigkeiten schafft. Wenn man solche vermeidet, sind die Sprachlaute alle leidlich aequi-intensiv. Dieses Verhalten stimmt ausgezeichnet mit Spalte 3. Wenn nun aber die Werte der 4. Spalte richtig wären, würde man aus dem gleichmäſsigen Charakter der menschlichen Sprache zu folgern haben, daſs die Vokale niederer Tonhöhe *m*, *n*, *ng*, *w*, *u* mit tausendfach gröſserem Aufwande von Energie ausgesprochen werden als die Vokale mittlerer und höherer Tönhöhe. Wir haben keinen einzigen Grund, etwas derartiges anzunehmen. Die Sprachlaute entnehmen ihre Energie der Strömung der Exspirationsluft. Zu einem Teil hat letztere beim Herausstreichen aus dem Munde ihre Geschwindigkeit beibehalten — die sogenannte wilde Luft der Sänger — zu einem anderen Teil hat sie auf dem Wege durch die Sprachorgane davon eingebüſst. Letzterer Anteil ist, soweit nicht in Reibung oder Wirbel aufgegangen, der Schallbildung zu gute gekommen. Gleichheit des Ausatmungsdruck vorausgesetzt, zeigt sich die Geschwindigkeit der aus dem Munde heraustretenden Luft bei *u*, dann bei *o* und *oa* gröſser als bei *a*, *e* und *i*. Wir dürfen also annehmen, daſs die zur Schallbildung verwendete Energie des Luftstromes bei *u* keineswegs jene bei *a*, *e*, *i* übertraf. Auch das subjektive Gefühl der Anspannung der Muskulatur beim Sprechen ist der Annahme eines gröſseren Energieaufwandes bei Sprachlauten wie „*u*“ nicht günstig. Ebensowenig spricht die objektive Beobachtung der Muskelbewegungen dafür.[1] Alles in allem bleibt es vom sprach-physiologischen Standpunkte aus unwahrscheinlich, daſs eine so groſse Unregelmäſsigkeit des Einsatzes als die 4. oder 5. Spalte erfordern würde, existieren konnte, denn in diesem Falle müſste die Geschwindigkeit des Luftstromes oder die Ausnutzung desselben mitten im Worte tausend-, resp. millionenfach wechseln. Umgekehrt, wenn wir auf Grund sprachphysiologischer Erfahrungen die physikalische Energie der Sprachlaute nicht allzu verschieden annehmen müssen, wäre aus Spalte 4 und mit sogar monströser Übertreibung aus Spalte 5 zu folgern, daſs das normale menschliche Ohr sich ungefähr in

---

[1] Vgl. z. B. L. P. H. Eykman: *Onderz. Physiol. Lab. Utrecht* (5) 4, S. 359.

einer Lage befindet, die vereinzelt für pathologische Zustände zutrifft, in welchen die Vokale und Konsonanten mit hohen Formanten unvergleichlich viel kräftiger klingen als jene mit niederen. Dieser Zustand ist in den mittleren Graden der Sklerosis aurium realisiert und führt zu sehr auffallenden, von den Kranken höchst peinlich empfundenen Abnormitäten im Hören,[1] welche das Erraten der Sprache ungemein erschweren. Sie ist normaliter, wie Wolf und Quix lehren, gewifs nicht vorhanden und schliefst, die Prämisse zugegeben, die Möglichkeit des Verhaltens nach Spalte 4 und 5 direkt aus.

Auch vom sinnesphysiologischen Standpunkte aus läfst sich die geringere Wahrscheinlichkeit der 4. und 5. Spalte der 3. gegenüber dartun. Die in denselben angegebenen Werte beziehen sich auf die Energiemengen, welche eine minimale Schallempfindung hervorrufen. Bekennen wir uns dabei zu der klassischen Resonanztheorie, so müssen wir annehmen, dafs für alle diese Tonhöhen ein, sei es auch minimales, wahrnehmbares Mitschwingen der Transversalfasern bestimmter Cortischen Membran zustande kommt. Es läfst sich nicht einsehen, warum die langen Fasern hierzu eine tausend- resp. millionenfach gröfsere Energiemenge wie die kürzeren brauchen würden und letztere dann in vollkommener Ruhe bleiben. Die einzige noch weiter diskutierbare und einigermafsen ausgebildete Hörtheorie ist die Schallbildertheorie Ewalds.[2] Aber auch für diese gilt ähnliches. Weshalb wäre für die Entstehung von Schallbildern gröfserer Wellenlänge eine tausend-, resp. millionenfach gröfsere Energiemenge nötig als für die Entstehung der Schallbilder kürzerer Wellenlänge. Wie Wien[3] selber hervorhebt, hat man, wenn man die Richtigkeit seiner Werte annimmt, die Helmholtzsche Theorie aufzugeben. Ich füge hinzu, nicht nur die Helmholtzsche, sondern auch die Ewaldsche Theorie hätte man zurückzuweisen und wieder in das Chaos der unzusammenhängenden Tatsachen zurückzutreten wie in vorhelmholtzscher Zeit.

Noch einen dritten Grund weshalb ich den Werten der dritten Spalte den Vorzug gebe, wollen wir der Klinik entnehmen. Zusammen mit F. H. Quix habe ich 75 Fälle von Labyrinth-

---

[1] Zwaardemaker: Ein Initialsymptom der Sklerose. *Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* 28, S. 119.

[2] J. R. Ewald: *Pflügers Archiv* 76, S. 147; 1899.

[3] M. Wien: *Pflügers Arch.* 97, S. 30.

leiden welche ich in den letzten 10 Jahren nach einem gemeinschaftlichen Plan persönlich untersuchen konnte nach der in der früheren Abhandlung beschriebenen Methode bearbeitet. Zuerst wurde die untere und die obere Grenze der Tonleiter festgestellt, dann für drei sorgfältig gewählte Tonhöhen *C*, c^2 und fis^4 die Reizschwelle berechnet. Letzteres geschah, indem wir die vom Patienten angegebene Hörzeit mittels der konstanten, durch einen Lucaeschen Hammer gesicherten Anfangsamplitude mit dem Dämpfungsfaktor in Verbindung brachten und die Schwellenamplitude berechneten. Eine für allemal angelegte Tabelle setzte uns in Stand, die entsprechende relative Energiemenge zu finden. Weil wir aber für jedes untersuchte Organ eine Graphik anzulegen wünschten, verzeichneten wir nicht die Hörschwelle, sondern ihren reziproken Wert, die sogenannte Hörschärfe. Hierdurch erreichten wir, dafs der graphisch herzustellende Wert jenseits des Grenztons Null und nicht unendlich grofs wurde, wie es der Fall gewesen wäre, wenn wir statt der Hörschärfe den Energiewert der Schwelle hätten verzeichnen wollen. Manchmal zeigte sich in jenen pathologischen Fällen die Hörschärfe *C*, c^2 und fis^4 so aufserordentlich verschieden, dafs nicht daran zu denken war, die Graphiken in gewöhnlicher Weise anzufertigen. Man würde doch keinen Überblick bekommen haben, weil die einen Ordinaten ungewöhnlich lang und die anderen verschwindend kurz gewesen wären. Unterschiede bis zum millionenfachen wurden oft für ein und dasselbe Organ gefunden. Wir stellten daher lieber in die angegebenen Punkte *C*, c^2 und fis^4 je einen Kubus, dessen Inhalt die Hörschärfe vorzustellen hat. Dann genügt es, sich den Inhalt oder Schwere der Kuben zu denken, um in Verbindung mit den zu Null herabgehenden Endpunkten der Skala sich ein lebendiges Bild der Hörschärfen und ihrer Verteilung über die Tonleiter bilden zu können.

In den meisten der in dieser Weise untersuchten und von uns in Graphik gebrachten 75 Fällen von Labyrinthkrankheit fehlte, als die Skala in allen Fällen an einem Harmonium durchgenommen wurde, jeder Hiatus oder Delle. Man darf also die Gehörsschärfe als kontinuell, nicht sprungweise sich ändernd, betrachten. Wo wir auf etwas derartiges stiefsen, wurde es im Protokolle und in der Graphik sorgfältig verzeichnet. Dort wo diese Diskontinuitäten nicht gefunden wurden, d. h. in weitaus

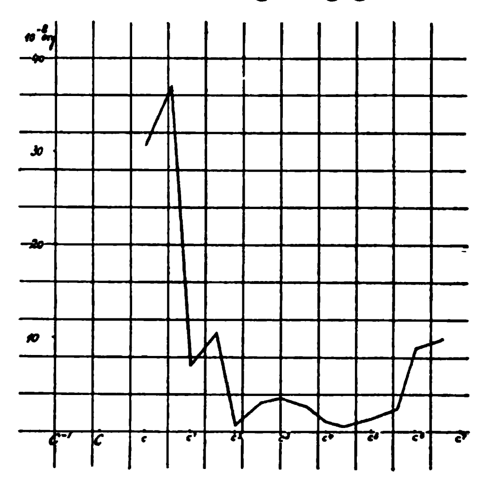
der Mehrzahl der Fälle, ist es erlaubt aus den Hörschärfen für C und c^2 bezw. c^2 und *fis*^{4} die mittlere Gehörsschärfe des Tongehörs für den Skalenteil C und c^2 bezw. c^2 bis zu *fis*^{4} zu berechnen. Beide Mittelwerte zusammennehmend, natürlich darauf achtend, dafs der erste auf 3 Oktaven, der zweite auf $2^1/_2$ Oktave Bezug nimmt, kommt man zu einem generellen Mittelwerte für den ganzen Skalenteil von C bis *fis*^{4}.

Der genannte Teil der menschlichen Tonleiter C bis *fis*^{4} umfafst die grofse Mehrzahl der Formanten oder die dominierenden Töne der Sprachlaute. Nur das *r* und das *s* in seiner allerschärfsten Form fallen aufserhalb dieses Gebietes. Es lohnt also der Mühe, das generelle Tongehör des Skalenteils C bis *fis*^{4} zu vergleichen mit dem Sprachgehör der Patienten. Letzteres wird bekanntlich nach der Methode von Oscar Wolf, mittels Flüstersprache geprüft. Die normale Distanz bis zu welcher flüsternd gesprochene Worte im Mittel verstanden werden, ist nach O. Wolf 18 m. Recht viele Flüsterworte durcheinander prüfend trifft dieses auch nach Quix für das Holländische zu. Nach dem Vorschlage von Knapp gibt man die Hörschärfe eines Patienten in der Weise an, dafs man die Distanz auf welcher die Flüstersprache noch faktisch gehört wurde im Zähler, die normale Distanz 18 m im Nenner stellt. Man nimmt also stillschweigend eine Proportionalität zwischen Sprachgehör und Distanz an und kann sich dabei auf Untersuchungen des Physiologen Vierordt stützen, der wirklich innerhalb des gewöhnlichen Untersuchungsraumes eine Abnahme des Schalles proportional mit der Distanz fand, offenbar wegen Reflexionen an Boden, Dach und Wänden. Wenn wir nun in jedem konkreten Fall in dieser Weise generelles Tongehör für den Skalenteil C bis *fis*^{4} verglichen, zeigte sich zwar eine ziemlich grofse individuelle Verschiedenheit aber die Mittelzahlen ergaben eine sehr befriedigende Übereinstimmung. Unter Ausschlufs der Fälle, in welchen das Gehör für Flüstersprache verloren gegangen war, konnte die Vergleichung für 106 Gehörorgane stattfinden. Das generelle Tongehör zeigte sich im Mittel 14,7 $^0/_0$, das Sprachgehör im Mittel 11,4 $^0/_0$. Von diesem Resultate überrascht, dehnten wir die gleiche Untersuchung auf 28 Fälle von Sclerosis aurium aus. Für die Kranken mit erhaltenem Gehör für Flüstersprache war das generelle Tongehör im Mittel 2,9 $^0/_0$, das Sprachgehör im Mittel 2,7 $^0/_0$. Dann zogen wir 45 Fälle von Trommel-

felldefekt und zikatriziellem Trommelfell herbei. Das generelle Tongehör ergab im Mittel 11,5 %, das Sprachgehör im Mittel 2,5 %. Endlich untersuchten wir 22 Fälle von seniler Sklerose und fanden, wo das Gehör für Flüstersprache erhalten geblieben, ein generelles Tongehör von im Mittel 11,6 %, ein Sprachgehör von im Mittel 2,6 %.

Alle diese Erkrankungsfälle sind, wir wiederholen es, in den letzten 10 Jahren nach demselben Plan mit denselben Stimmgabeln, denen mit LUCAEschem Hammer eine konstante Anfangsamplitude erteilt wurde, untersucht worden. Nachdem in 1901 und 1902 von QUIX und mir die Hörschwellebestimmungen für die gesonderten Töne der ganzen Tonleiter durchgeführt worden, wurde die zur klinischen Untersuchung verwendete Stimmgabel noch an anderer Stelle beschriebener Methode geeicht. Erst jetzt wurde das generelle Tongehör berechnet und mit dem Sprachgehör verglichen. Dann zeigte sich die wunderbare Übereinstimmung der Mittelwerte. Wie mir scheint, darf sie als eine Bestätigung der unserer Berechnung zugrunde liegenden Anschauungen angesehen werden, denn diese Übereinstimmung kann nicht zufällig sein. Sie zeigt sich für vier voneinander ganz getrennte Kategorien von Krankheitsfällen. Die Anschauungen, auf welche unsere Berechnung sich stützt, sind jene die auch Spalte 3 zugrunde liegen, nimmt es dann Wunder, dafs wir an ihre Richtigkeit glauben? Wenn nicht nach $\frac{a^{1,2}}{d^2}$ sondern $\frac{a^2}{d^3}$ wie WIEN behauptet, gerechnet werden soll, so kann von Übereinstimmung zwischen Tongehör und Sprachgehör nicht mehr die Rede sein. Dann sinken die Werte, welche die pathologische Hörschärfe vorzustellen haben, bis zu verschwindend kleinen Zahlen herab und das generelle Tongehör wird 1000 fach kleiner als die nach dem Usus der Ohrenärzte berechneten Hörschärfe für die Sprache. Und sogar diejenigen, welche geneigt sein möchten, dem genannten ohrenärztlichen Usus nicht beizupflichten und für die Untersuchungslokale eine Schallabnahme wie im Freien zu postulieren, auch diese würden sich enttäuscht finden, denn auch dann bliebe das generelle Tongehör unendlich viel niedriger als das Sprachgehör der betreffenden Patienten. Die Erfahrung erhebt ihr Veto gegen jenes Ergebnis mathematischer Synthese, welches nicht in den reellen Beziehungen, sondern in theoretisch postulierten, wurzelt. In

der Sprache der Menschen klingen nur Töne und Geräusche, die aus gesonderten einfachen Schallschwingungen aufgebaut sind und keine anderen. Das generelle Tongehör mufs also mit dem Sprachgehör übereinstimmen oder jedenfalls derselben Ordnung sein. In konkreten Fällen dürften vielleicht durch Beobachtungsfehler oder Ungeübtheit der Patienten Differenzen entstehen; bei der statistischen Bearbeitung gröfserer Beobachtungsreihen verschwinden diese Unregelmäfsigkeiten und tritt das wahre Verhältnis rein hervor und dieses richtige Verhältnis kann nie anders als eine annähernde Gleichheit sein. Die Wahl ist für die Physiologie nicht schwer. Die dritte Spalte, die von uns in unserer ursprünglichen Abhandlung gegebenen Werte, sind die richtigen. Nur wenn die Physik später einmal unwiderlegbar bewies, dafs die Schallenergie in der Luft wirklich proportional der zweiten Potenz des Gabelausschlags angenommen werden müfste und mithin die Stimmgabel wirklich als eine polarisierte Schallquelle zu betrachten sei, so würde sich die Sache ändern. Dann wären wir genötigt, uns damit zurecht zu finden und unsere Theorien hieran zu schmiegen. Aber bevor dies geschehen, sind wir berechtigt an den oben auseinandergesetzten Anschauungen fest zu halten. Wir wollen deshalb unsere jetzt mit mehreren Erfahrungstatsachen in Zusammenhang gebrachte Schwellenkurve des Gehörs hier noch einmal vorführen. Auf der Achse der Abszissen sind die Tonhöhen, auf der Achse der Ordinaten die dem Ohre zugehenden Energiewerte in 100 millionstel eines Ergs angegeben.



Wir haben uns nach obenstehenden Ausführungen die Schwellenwerte des Gehörs in dem der Sprache und der Musik gewidmetem Teile der Tonskala nicht allzu verschieden zu denken. Während einer kurzen, gerade zum Hören ausreichenden Zeit fliefsen dem Ohre beim Minimum perzeptibile ganz kleine Schallmengen zu die in 100 millionstel eines Ergs bemessen werden. Der Ton für welchen das Ohr am empfindlichsten ist, ist fis^4, annähernd damit übereinstimmend c^2; eine sehr ausreichende Empfindlichkeit wird zwischen c^1 und g^5 gefunden.

Wir kennen also die kleinste noch hörbare Schallwelle im Momente, dafs dieselbe in den Gehörgang hineinkommt. Was ist nun ihr weiteres Schicksal?

Man denke allererst an die Übertragung des Schalles auf das Trommelfell. Dieselbe geschieht gröfstenteils aus der Luft, denn es ist nicht anzunehmen, dafs von der Margo tympanica aus ein nennenswertes Quantum Schallenergie in die Membran eindringt, oder falls es hineinkommt, wird es sich doch bald durch Interferenz anihilieren und keinesfalls in der Form einer Schallenergie wahrnehmbar sein.[1] Die hin und her pendelnde Luft des Gehörgangs und der Paukenhöhle aber, welche die leichten Membrana tympani einschliefst, nimmt sie bei ihren Bewegungen mit und führt ihr Energie zu. An sich selbst überlassen, würde die Membran die ihr geschenkte kinetische Energie zu Eigenschwingungen verwerten. Durch die starke Dämpfung, welche die Kette der Gehörknöchelchen ausübt, wird sie hierin gehindert und sie klingt fast unmittelbar aus, d. h. trägt den gröfsten Teil des angenommenen Energiequantums an die dämpfende Kette ab. Aus den Berechnungen Helmholtzs im Jahre 1870 geht hervor, wie bedeutend die der Kette übertragene Energiemenge ist im Vergleich zur Amplitude der Schwingung der Knöchelchen. Die neuere Energetik erlaubt von diesem Geschehen eine sehr einfache Vorstellung zu geben. Sie sagt aus, dafs, obgleich der Intensitätsfaktor bei der Übertragung erst von Luft auf Membran, dann von Membran auf die Knochen der Kette unzweifelhaft abnimmt, der Energieverlust nicht so besonders grofs zu sein

[1] Bei kranio-tympaneller Leitung ist es wahrscheinlich, dafs der Schall erst in die Luft des Gehörgangs und der Paukenhöhle übertritt und von dieser in das Trommelfell. Mader (*Wiener Sitzungsberichte* **109** (3), S. 73; 1900) hält auf Grund von Mikrophonversuchen den Weg via das Stapesringband für den wichtigeren.

braucht, weil im selben Augenblicke der Quantitätsfaktor zunimmt. Mechanisch betrachtet reguliert die besondere Form der Membran in sehr auffallender Weise die Abnahme der Amplitude der Schwingungen. Zwar wäre, wenn diese besondere Form nicht vorhanden gewesen, der Intensitätsfaktor nicht weniger gewiſs bedeutend abgefallen. Denn man bedenke, daſs das Produkt der beiden Faktoren sich unmöglich vergröſsern kann und also eine Zunahme des Quantitätsfaktors notwendig eine Abnahme des Intensitätsfaktors einschlieſst. Aber durch die eingezogene Form ist das Trommelfell diesen Verhältnissen angepaſst und die Verringerung der Amplitude findet in vorgeschriebener, geordneter, und nicht in sich zufällig ergebender Weise statt. Man kann sich vorstellen, daſs infolgedessen die Energieübertragung regelmäſsiger stattfindet und weniger Energie in ungeordnete Form d. h. in Wärme übergeht.

Wegen der starken Dämpfung des Trommelfells ist es überaus unwahrscheinlich, daſs es einen gröſseren Teil der ihm aufgedrungenen Energie wieder der Luft übertragen könne. Im Gegenteil, die ganze Einrichtung läſst erwarten, daſs der übergroſse Anteil der dämpfenden Knochenkette zugeleitet werden muſs. Von auſsen hineinkommende Schallwellen werden daher ihre kinetische Energie dem Trommelfelle, und von diesem aus der Kette der Gehörknöchelchen übertragen. Was sich in der Paukenhöhle fortsetzt, ist nur ein Rest der von der Luft getragenen Schallwelle. Sie verfolgt den ursprünglichen Weg, nachdem der gröſste Teil der Energie der ihr quer in der Bahn liegenden Membran abgegeben ist.

Es wäre interessant zu wissen, welcher Teil der ursprünglichen Energie dem Trommelfell und der tympanalen Kette, welcher der hinter der Membran gelegenen Luft zukommt. Leider ist das Verhältnis beider Teile gänzlich unbekannt. Weil der letztere der beiden Teile später jedoch über das ganze Promontorium sich zu verbreiten hat und in weiteren Bahnen durch Interferenzen bedeutend abgeschwächt wird, erscheint sie uns in der Norm akustisch als ein Verlust.

Den anatomischen Anordnungen entspringen noch weitere Vorteile. Unter diesen ist die Tatsache, daſs die Schallenergie statt im Felsenbein zerstreut zu werden, wie geschieht, wenn das Trommelfell fehlt, in einem kleinen Rayon, in jenem des

ovalen Fensters konzentriert wird[1], gewifs nicht gering zu veranschlagen. Wir wollen nun einige Eigentümlichkeiten der hier stattfindenden Energieübertragung auf die Spur zu kommen versuchen.

Die Fortpflanzung des Schalles innerhalb der Labyrinthflüssigkeit des Ohres ist in den letzten Jahren Gegenstand vielfacher Kontroversen gewesen. Während die eine Gruppe sogenannte Massenbewegung der ganzen Perilymphekolonne annimmt, wollen andere nur Molekularschwingungen zulassen. Wie mir scheint, beruht die Divergenz der Meinungen auf den verschiedenen Definitionen, die von dem Begriff Massenbewegung und Molekularschwingung gegeben werden. In HELMHOLTZS berühmter Abhandlung über die Mechanik des Trommelfells u. s. w. wird darunter nur ein scheinbar gleichzeitiges Hin- und Herpendeln der Teile eines Körpers verstanden, so dafs es den Anschein hat, als ob der Körper als eine Masse hin- und herschwingt und die verschiedenen Moleküle gegenseitig scheinbar in derselben Lage bleiben. Das Phänomen tritt nur dann auf, wenn die Wellenlänge sehr grofs ist im Vergleich zu den Abmessungen des schwingenden Körpers (trifft für das Trommelfell und Gehörknöchelchen zu). Also dann ist gar kein Unterschied zwischen d i e s e n Massenschwingungen und den Molekularschwingungen vorhanden, erstere sind nur Komplexe einiger gleichzeitiger, dem Orte nach nebeneinander stattfindenden, Molekularschwingungen.

Es gibt jedoch noch eine andere Art von Massenschwingungen, die gar kein Schall sind, nur gleichzeitig mit ihm entstehen, ich meine die Wirbel, die sich in der Luft oder in der Flüssigkeit überall bilden, wo eine Schallquelle ihre Schwingungen ausführt. Um eine elektrisch getriebene Stimmgabel herum, welcher man einen etwas gröfseren Ausschlag erteilt, kann man sie förmlich fühlen und ihre Richtung und Verteilung mit einem kleinen Anemometer von DAVIS demonstrieren.[2] DVORÁK hat zu ihrem

---

[1] Vgl. die Begründung von MADER l. c. S. 37f.

[2] Wenn man sich auf energetische Betrachtungen stützt und sich überlegt, dafs die Luft ungefähr eine 6260 mal geringere Dichte besitzt als der Stahl, aus welchem eine Stimmgabel verfertigt ist, so folgt aus der von uns für die Übertragung berechneten Herabsetzung der Schwingungsenergie bis auf $^1/_{27}$ (WEAD nahm $^1/_{17}$ an), dafs die von der Gabel in fühl-

Studium besondere Apparate hergestellt und HENSEN hat einige bemerkenswerte Beobachtungen über sie veröffentlicht.[1]

Man kann sich die Wirbel nun als eine Folge der Inertie des Mediums oder mit LARROQUE[2] als die Folge der Pseudoviskosität der vibrierenden Luft denken, jedenfalls zeigen sie sich faktisch überall dort wo Schallschwingungen von einigermafsen ausgiebiger Amplitude, es sei in der Luft oder in einer Flüssigkeit, vorhanden sind. Sie unterscheiden sich von den wirklichen Schallschwingungen dadurch, dafs es sich nicht um ein Hin- und Herpendeln, sondern um wirkliche Verschiebung handelt. Letztere hat eine ganz bestimmte Stromrichtung und einen festen Mittelpunkt.

Selbstverständlich wird man diese Wirbelung nur wahrnehmen können, wenn die Amplitude der Schallquelle recht bedeutend ist. Bei ganz kleinen Amplitudines werden die Wirbel wahrscheinlich verschwindend gering sein, obgleich der hervorgerufene Schall noch bedeutende Intensität haben kann. Nun, auch in der Perilymphe werden die Wirbel nicht fehlen, wenn die schwingende Stapesplatte ihre Schallwellen in die Flüssigkeit hineintreibt, aber wahrscheinlich sind sie unendlich klein. Nach unserem Dafürhalten kommen sie beim Hören gar nicht in Betracht, wenigstens nicht beim Hören der Säugetiere und der Vögel. Es bleibt immerhin möglich, dafs bei niederen Vertebraten gerade diese Flüssigkeitswirbel eine Rolle spielen und weil sie sich gewifs wohl in die statischen Teile des

---

baren Schwingungen gehaltene Luftmasse ungefähr 232 mal gröfser sein mufs als die Gabelmasse selber. Die linearen Abmessungen dieser hin- und herpendelnden Luftmassen würden nach diesen Anschauungen 6 mal gröfser sein als die linearen Abmessungen der Gabel. Ihre Amplitude sei dabei jener der Gabel genau gleich (was jedenfalls nur ein Extrem ist, denn die Amplitude der Luft kann nie gröfser, sehr wohl kleiner sein). Wenn die Luft in der Umgebung einer anhaltend elektrisch getriebenen Stimmgabel mittlerer Tonhöhe wie oben angegeben mit dem Finger untersucht wird, fühlt man in diesem ganzen Bezirk deutlich die kalte Wirbelung und kann man dieselbe mit dem DAVISschen Apparat auch objektiv dartun. Eine sehr ausgedehnte, die Gabel ringsum umgebende Luftmasse ist hier also in fortwährender Bewegung. Eigentlich enthält dies nichts Wunderbares, denn man fühlt den Fächer auch in einer gröfseren Distanz, als die Ausschläge würden erwarten lassen.

[1] V. HENSEN: U. d. akust. Bewegung in dem Labyrinthwasser. *Münchener Med. Wochenschr.* (14); 1899.

[2] LARROQUE (*C. R.* 132 S. 1182) deutet die Wirbel als eine Folge der Quasi-Viskosität der vibrierenden Luft.

Labyrinths hinein fortpflanzen, den Schein eines Hörens hervorrufen können.[1]

Die wirklichen Schallwellen, die von der schwingenden Luftplatte in der Labyrinthflüssigkeit hervorgerufen werden, bewegen sich nach akustischen Gesetzen, von der harten Knochenwand der Labyrinthkapsel reflektiert, in bestimmten Schallstrahlen durch die Labyrinthflüssigkeit. Der Verlauf dieser Schallstrahlen ist von GAD[2] gezeichnet worden und ich kann mir kaum anderes denken als dafs es sich dabei um Molekularschwingungen handelt. Diese Molekularschwingungen werden von den zarten Bändern des membranösen Labyrinths nicht reflektiert, sondern sie durchsetzen sie wahrscheinlich ohne nennenswerten Energieverlust. Peri- und Endolymphe werden als eine Flüssigkeit zu betrachten sein, deren Bewegungen der zart ausgespannenen Membrana basilaris ohne Mühe folgt. Es wiederholt sich das vom teleologischen Standpunkte so bewundernswerte Verhalten, welches wir im Mittelohr kennen gelernt haben. Dort im Mittelohr flottierte das ausgespannte Trommelfell in der den Gehörgang und die Paukenhöhle ausfüllenden Luft, hier flottiert die Membrana basilaris in der die Skalae und den Duktus ausfüllenden Flüssigkeit. Dort wie hier Molekularschwingungen, welche die Membran in ihrem Hin- und Herpendeln mitnehmen. Der HELMHOLTZschen Definition gemäfs, führt die Membran Massenschwingungen aus, weil ihre Dicke unendlich klein ist der Wellenlänge des sie mitführenden Schalles gegenüber. Dort wie hier eine Energieübertragung die zu Eigenschwingungen führen würde, wenn keine starke Dämpfung vorhanden wäre, dort von Gehörknöchelchen, hier von dem CORTIschen Organ herrührend. Diesem dämpfenden Apparate überträgt die schwingende Membran den gröfsten Teil ihrer Energie. Er ist also der weiterleitende Weg.

In diesem Gedankengang ist es klar, dafs wir uns die von der Membrana basilaris analysierte, nach ihrer Periode geordnete, Schallmenge dem CORTIschen Organ und dem sie belastenden Teil übertragen zu denken haben (siehe das zu vollkommen demselben Resultate führende, nicht energetische, sondern rein mechanische Raisonnement TER KUILES[3]). Hier zuletzt befindet

[1] Vgl. hierüber H. DEETJEN: Akustische Strömungen der Perilymphe. *Zeitschr. f. Biol.* **39**, S. 159.

[2] SCHWARTZES Hdb. d. Ohrenheilk. I.

[3] E. TER KUILE: *Pflügers Arch.* **79**, S. 146; 1900.

sich das Endorgan, die Haarzellen, welche durch die sie berührende Bewegung in Erregung gesetzt werden und ihre Erregung den sich an sie anschmiegenden Nerven übertragen. Hier tritt auch die Verwandtschaft mit dem Tastsinn hervor, wo namentlich für die Tasthaare derselbe Mechanismus vorgebildet ist.

Wenn wir in dieser Weise die winzig kleine Schallmenge, welche als Minimum perzeptibile in den Gehörgang eingedrungen ist, auf ihrem Weg verfolgen, so finden wir rekapitulierend drei Energieübertragungen, ehe sie das Tasthaar erreicht.

1. Die Energieübertragung von Luft auf Trommelfell und tympanale Kette;
2. von der Stapesplatte auf die Labyrinthflüssigkeit;
3. von der Labyrinthflüssigkeit auf die Membrana basilaris und die auf ihr ruhenden dämpfenden Apparate.

Die erste Energieübertragung geschieht nach geordnetem, von der Organisation genau vorgeschriebenem Weg, sie findet mit nicht sehr grofsem Energieverluste statt. Die zweite Energieübertragung findet statt von einem festen knochenharten Körper auf eine wässerige Flüssigkeit. Besonders günstig ist dieses Verhalten nicht, es gleicht der Energieübertragung von einer Stimmgabel oder Telephonplatte auf mit ihr in Berührung seiendem Wasser. Sie wurde früher von Dennert[1], neuerdings von Kayser[2] studiert. Die dritte Energieübertragung geschieht von einer Flüssigkeit auf eine zarte Membran, sie ist wahrscheinlich die günstigste von allen. Ein derartiges Verhalten wurde vor kurzem von Hensen und Klein mit ihrer Wasserzunge geprüft.

Allem in allem wird unsere ins Ohr hineingetretene Schallmenge sich noch bedeutend verringert haben, wenn sie zum Tasthaar herankommt.

Früher hat Wead die von einer Stimmgabel an die Luft übertragene Energiemenge auf $^1/_{15}$ des ursprünglichen Betrages berechnet, wir nach anderer Methode auf $^1/_{27}$. Nehmen wir an, dafs bei den anderen Energieübertragungen ähnliche Werte in Betracht kommen, so würde der Gesamtverlust der drei oben beschriebenen Übertragungen die Schallenergie so ungefähr auf $^1/_{10000}$ herabsetzen. Diese Energiemenge war von der Ordnung 10^{-8} Erg. An die Haarzellen herankommend, würde sie also

[1] Dennert: *Arch. f. Ohrenheilk.* 45, S. 20; 1898.

[2] Kayser: *Zeitschr. f. Ohrenheilk.* 37, S. 217; 1900.

von der Ordnung 10^{-12} herabgesunken sein. Es ist aber sehr wohl möglich, dafs die in der Organisation vorgebildeten Energieübertragungen sich aufserordentlich viel günstiger gestalten als die in unseren Laboratorien artifiziell hervorgerufenen. Ganz ohne Verlust werden die natürlichen Organe aber gewifs nicht arbeiten und können wir es also für sicher halten, dafs die den Haarzellen mitgeteilte Energiemenge, wenn die Schwelle der Erregung überschritten werden soll, zwischen 10^{-8} und 10^{-12} Erg zu betragen hat.

Die von fast allen Autoren supponierte, hier weiter ausgeführte, Analogie mit einem Tastorgan macht es erwünscht die akustischen Schwellenwerte, die wir jetzt kennen gelernt haben, mit den taktilen zu vergleichen. Nach von Frey und Kiesow mifst die Projektion eines Tastkörperchens auf die Haut 0,0015 qmm und ist das Minimum perzeptibile eines solchen kleinen Organs auf $1\frac{1}{2}$ mm Hg zu stellen. Der auf das Tastkörperchen im Momente der Schwellenempfindung ausgeübte Druck berechnet sich auf 0,03 mg. Die kleinste Verschiebung welcher ein die Haut berührender Körper unterworfen sein mufs, damit er fühlbar werde, beträgt nach der Rumpf-Sergischen Methode 0,103 mm. Ich fühle eine mit Tuch umkleidete *C*-Gabel bei noch geringerem Ausschlag, nach einer Schätzung 0,030 mm. Legen wir letzteren Wert als den kleinsten unser Berechnung zugrunde, so wäre, wenn es erlaubt ist beide Minima zu kombinieren, die bei der Ausübung eines wahrnehmbaren Drucks herzugebende Arbeit auf $0{,}03 \text{ mg} \times 30\,\mu = 1\,\mu \text{ mg} = 10^{-4}$ Erg zu veranschlagen.

Ziehen [1] kommt für Stofsreize mit seinem Pendelästhesiometer zu 30 mg mm = 3 Erg, will diesen Wert jedoch nur als einen vorläufigen betrachtet wissen. v. Frey kommt zu einem mit dem meinigen übereinstimmenden Wert; $6 \cdot 10^{-2}$ Erg pro $m\,m^2$ oder $1 \cdot 10^{-4}$ Erg pro Tastkörperchen. Für immerfort sich wiederholende Druckreize ist der Schwellenwert also vielleicht von der Ordnung 10^{-4} Erg, für Stofsreize von derselben Gröfse oder von der Ordnung eines Ergs. Lassen wir im allgemeinen beide Zahlen wieder als Extreme zu, so liefse sich die taktile Schwelle auf 10^{-4} bis 1 Erg veranschlagen.

Die beiden nebeneinander zu stellenden Schwellenwerte der Taktilen von der Ordnung 10^{-4} bis 1 Erg und der inneren Akustischen von der Ordnung 10^{-12} bis 10^{-8} Erg gehen ziemlich

[1] Leitfaden der phys. Psych. 6. Aufl., S. 61.

weit auseinander, aber wenn man sich überlegt, dafs der erste gröfsere Wert sich auf ein oberflächlich gelegenes an vielseitige Funktionen anzupassendes Sinnesorgan bezieht und letzterer kleinere Wert für ein in tief geschützter Lage sehr speziell differenziertes gilt, kann dieser Unterschied an und für sich uns nicht so besonders wundern.

Über die bei der Reizung im Inneren des Tastkörperchens sich abspielenden Vorgänge ist meines Wissens nur einmal in der Literatur eine Hypothese aufgestellt worden. Es ist jene von Freys [1], nach welcher der hydrostatische Druck zu einer minimalen Erhöhung des osmotischen Drucks in der mit dem Tasthaar in Berührung stehenden Zellen führt und dieser erhöhte osmotische Druck für sich wieder einen Reiz für den anliegenden Nerven sein soll. Es ist unmöglich irgend eine Vermutung zu hegen über die Zeit, in welcher ein solcher Vorgang abspielt; nur läfst sich sagen, dafs sie ungemein kurz sein mufs und dasselbe läfst sich behaupten für den Vorgang in den Haarzellen des Gehörorgans, denn die Reaktionszeit ist hier kürzer als für irgend ein anderes Sinnesorgan. Man kann sich nun fragen, was wirkt als Reiz: der im Moment des Maximumausschlags erreichte Druckwert oder die kontinuierliche Wirkung des allmählich zunehmenden, später in der zweiten Hälfte der Periode wieder abnehmenden Drucks? F. H. Quix [2] hat diese Frage vor kurzem diskutiert, ohne jedoch zu einem Abschlufs zu kommen. Im Lichte der v. Freyschen Hypothese wäre eine intregale Wirkung anzunehmen, welche vielleicht im Nerven zu einer summierten Erregung führt. Es existiert von diesem Gesichtspunkte auch gar kein Widerspruch zwischen den erstaunlich hohen Schwingungszahlen, welche noch hörbar sind, und der verhältnismäfsig viel niedrigern, zur Nervenerregung noch zulässigen Unterbrechungszahl eines elektrischen Stromes. Im ersten Falle ist der Reiz gar nicht intermittierend; er schwillt nur an und ab, seine Wirkung innerhalb der von der Eigenart des Nerven gestellten Grenzen summierend.

---

[1] M. v. Frey: Unters. üb. d. Sinnesfunktionen d. menschl. Haut. *Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl.*, **23**, S. 259.

[2] F. H. Quix: *Zeitschr. f. Ohrenheilk.* **45**, S. 5.

(Eingegangen am 20. September 1903.)

(Aus der Abteilung für experimentelle Psychologie des physiologischen Instituts der Universität Turin.)

Zur Psychophysiologie der Mundhöhle nebst Beobachtungen über Funktionen des Tast- und Schmerzapparates und einigen Bemerkungen über die wahrscheinlichen Tastorgane der Zungenspitze und des Lippenrots.

Von

F. Kiesow.

(Mit 1 Fig.)

I.

In der unlängst erschienenen neuesten Auflage seiner „physiologischen Psychologie“ hat Wundt auch die von mir beschriebene schmerzfreie Stelle der Wangenschleimhaut[1] in Rücksicht gezogen. Ich fühle mich dem Verfasser gegenüber hierfür zu aufrichtigem Danke verpflichtet. Andererseits aber finde ich in Wundts Darstellung eine Bemerkung, welche den Anschein erweckt, daſs meine Beobachtungen in einem Punkte eine andere Deutung zulassen, als die, zu welcher ich selbst gelangt bin.

Es heiſst bei Wundt[2]: „Eine gröſsere analgetische Fläche findet sich, wie F. Kiesow nachwies, in der Wangenschleimhaut. Diese letztere Stelle zeigt gleichwohl Druck- und Temperaturempfindungen. Dabei sind jedoch die Druckempfindungen, wie mir scheint, durch die Fortpflanzung des Drucks dieser bekanntlich sehr deformierbaren Stelle auf die äuſsere Wangenhaut verursacht.“

[1] *Philos. Stud.* 14, S. 567 ff.

[2] Grundz. 5. Aufl., Bd. 2, S. 16.

Über die Schmerzlosigkeit jenes Bezirkes besteht somit für WUNDT kein Zweifel. Wie hier, ist diese Tatsache auch sonst bereits von ihm anerkannt und in der dankenswertesten Weise berücksichtigt worden. In seiner Völkerpsychologie [1] ist die Stelle neben anderen meiner Beobachtungen mitbenutzt worden, um die Entstehung der mimischen Ausdrucksformen zu erklären.

WUNDT stimmt mir ferner darin zu, dafs von jener Stelle aus Temperaturempfindungen ausgelöst werden.[2] Aus dieser Tatsache aber wäre zu schliefsen, dafs Temperatur- und Schmerzempfindungen durch spezifisch verschiedene Organe vermittelt werden müssen.

Die abweichende Auffassung WUNDTS betrifft den dritten Punkt, die Druckempfindungen. Obwohl auch deren Vorhandensein hier an sich nicht bestritten wird, so bleibt nach WUNDT doch die Wahrscheinlichkeit bestehen, dafs diese Empfindungen infolge einer leicht gegebenen Fortpflanzung des Reizes von Organen der äufseren Wangenhaut herrühren, während ich aus meinen Beobachtungen schliefsen zu dürfen glaubte, dafs sie in der Schleimhaut selbst entstehen.

Ich bemerke vorweg, dafs ich von einer histologischen Bearbeitung dieser Stelle, die seit längerer Zeit in meiner Absicht liegt, ein besseres Verständnis für diese Verhältnisse erhoffe, als bisher zu erhalten möglich war. Da mich aber verschiedene Umstände an dieser Untersuchung bis jetzt verhindert haben, so möchte ich mich angesichts eines von so autoritativer und zugleich hochverehrter Seite kommenden Urteiles erlauben, vorweg auf einige experimentell ermittelte Tatsachen hinzuweisen, die für die Beantwortung dieser Frage doch nicht ohne Bedeutung sein dürften.

Die Stelle wurde für den vorliegenden Zweck sowohl mechanisch, als auch elektrisch gereizt, im ersteren Falle durch sehr feine, passend zugeschliffene Nadeln und VON FREYS Reizhaare, im letzteren durch den Induktionsstrom. Die Reizhaarmethode wie das Induktorium gestatteten die Ermittelung bestimmter Intensitätswerte, die mit denen anderer Körperstellen verglichen und in ein Verhältnis gebracht werden konnten, wo-

---

[1] Bd. I, 1, S. 118.

[2] Vgl. die näheren Ausführungen hierüber in meiner oben zit. Arbeit, S. 583 f.

bei die Empfindlichkeit der Zungenspitze als der Hautstelle mit niedrigster Schwelle gleich 1 gesetzt ward.[1]

Schon bei den Versuchen mit der Nadel trat nun in manchen Fällen jene schnell vorübergehende Tastempfindung auf, die von Frey und ich als Berührungsempfindung[2] bezeichnet haben, in anderen blieb sie aus. Aus dieser Beobachtung habe ich auf eine geringere Dichte der Tastpunkte dieser Schleimhautstelle geschlossen. Es kann nun geschehen und wird in der Tat zuweilen der Fall sein, dafs jene Empfindung infolge der Ausbreitung der Deformation durch indirekte Erregung eines in der Schleimhaut selbst befindlichen Tastorgans zu stande kommt, aber es scheint mir bei der in der Arbeit hervorgehobenen Vorsichtsmafsregel (langsames Eindrehen der Nadel) und dem geringen Widerstande, den die Schleimhäute dem Einstich entgegensetzen, ausgeschlossen, dafs sie von Organen der äufseren Körperhaut herrühren kann.

Diese Auffassung dürfte durch die Ergebnisse der Reizhaarmethode eine weitere Stütze finden. Es liegt im Prinzip dieser vortrefflichen Methode mitbegründet, dafs der Reizwert nur bis zu einer gewissen Tiefe vordringen kann und dann wirkungslos wird, dafs in dieser Weise somit immer nur mehr oberflächlich gelegene Organe erregt werden können. Wird dies zugegeben, und es kann wohl nicht daran gezweifelt werden, so erhellt auch, dafs bei Intensitätswerten, wie ich sie bei meinen Versuchen erhielt, bei Werten bis zu 0,5—1, 1,5 und 2 Gramm pro Millimeter Radius an eine Fortpflanzung des Reizes durch die darunter liegende Muskelschicht hindurch auf die mit Tastpunkten (feinen Härchen) freilich dicht besäete äufsere Wangenhaut schwerlich gedacht werden kann. Hierbei ist noch zu bemerken, dafs ich die beiden letzten Werte an mir selbst erhielt, nachdem meine innere Wangenhaut bereits stark angegriffen war, während die übrigen an 5 verschiedenen Personen gewonnen wurden. Ich bemerke ferner, dafs ich auch die übrigen Konstanten der verwandten Reizhaare in meiner Arbeit angegeben habe.[3]

---

[1] O. zit. Arbeit, S. 570—583. Besser würde man, um das Verhältnis der Empfindlichkeit der verschiedenen Hautstellen zueinander näher zu bestimmen, von der Stelle mit höchster Schwelle ausgehen. Eine in dieser Richtung hin unternommene Untersuchung habe ich noch nicht völlig zu Ende führen können.

[2] Ebenda S. 570.

[3] S. 572.

Zu keiner anderen Deutung führten mich die Messungen mit intermittierenden elektrischen Reizen. Die Reizung war für die Ermittelung der Tastempfindlichkeit eine unipolare, für die der Schmerzempfindlichkeit (wobei nur der übrige Teil der Wangenschleimhaut in Betracht kommen konnte) sowohl unipolar als bipolar. Die gefundenen Werte sind in jedem Falle in dem oben hervorgehobenen Sinne übersichtlich zusammengestellt.[1] Ich beschränke mich daher darauf, einige Punkte hervorzuheben, die für meine Auffassung entscheidend gewesen sind:

1. Die mitgeteilten Intensitätswerte sind Schwellenwerte.
2. Man findet bei faradischer Reizung dieser Stelle Punkte, welche hierauf mit der den Tastpunkten charakteristischen schwirrenden Empfindung antworten neben anderen, wo diese ausbleibt.
3. Diese Empfindung tritt immer früher ein, als irgendwelche Wirkung auf die tiefer gelegene Muskelschicht zu beobachten ist.

Bevor ich diese Zeilen niederschrieb, habe ich die in Rede stehende Stelle an einer jüngeren Person, die an den früheren Versuchen nicht teilgenommen hatte, um den vorliegenden Zweck aber wufste, mittels der Reizhaare und faradisch nachgeprüft. Die Reizung wurde im letzten Falle bipolar ausgeführt. Die verwandte Elektrode besafs gleichfalls Platinaspitzen, die wie bei den früheren Versuchen 1 mm weit auseinander standen.

Obwohl es nun nicht in meiner Absicht liegen konnte, diese Prüfungen nochmals weit auszudehnen, so konnte ich doch in drei Sitzungen Resultate gewinnen, die durchaus denen entsprachen, die sich bei den früheren Versuchen ergeben hatten. Es reagierten beiderseits Punkte auf Haare von 0,75 und 1 g/mm Spannungswert und ebenso konnte beiderseits die schwirrende Empfindung in dem oben hervorgehobenen Sinne erzeugt werden.

Dem Vorstehenden sei noch hinzugefügt, dafs die Eindrücke hier ziemlich sicher lokalisiert werden und dafs bei den letzterwähnten Versuchen einmal spontan das Auftreten einer leisen Kitzelempfindung angegeben wurde.

Nach allen diesen Erfahrungen kann ich mich nicht entschliefsen, meine eigene Auffassung dieser Verhältnisse aufzugeben, um die Tatsachen im Sinne Wundts zu deuten. Da ich auch nicht annehmen kann, dafs hier Versuchsfehler vorliegen

[1] S. 577—582.

sollten, so dürften die Beobachtungen vielmehr dafür sprechen, dafs auf dieser Schleimhautstelle Tastpunkte anzuerkennen sind, deren Dichte, die nicht sehr grofs zu sein scheint, experimentell freilich nicht näher bestimmt werden kann, denen aber doch spezifisch adaptierte Tastorgane entsprechen müssen.

Welcher Art diese Organe sind, läfst sich aus der vorliegenden Literatur nicht feststellen, weswegen eben eine histologische Bearbeitung dieser Stelle notwendig wird. Doch aber finde ich bei KRAUSE die ganz bestimmte Angabe, dafs die nach ihm benannten Endkolben in der Wangenschleimhaut des Menschen als solcher, wenn auch „sparsam", vorkommen.[1]

Die Funktion dieser Organe wird freilich noch verschieden gedeutet.[2] Ich selbst halte sie für Tastorgane, worauf in der Tat ihre ganze anatomische Struktur[3], wie namentlich der Umstand hinweisen, dafs Mensch und Affe die einzigen Geschöpfe sind, welche aufser Endkolben Tastkörperchen besitzen, während diese letzteren bei anderen Säugern fehlen und durch Endkolben ersetzt werden.[4] Aufserdem sind die KRAUSEschen Körper in Übergangsformen mit Annäherung an die Tastkörperchen beobachtet worden, welche letzteren beim Menschen auch wieder in mehreren Formen und in wechselnder Gröfse vorkommen.[5]

---

[1] W. KRAUSE: Allgemeine und mikroskopische Anatomie. 1876. S. 180, 518 u. 521.

Ebenso bei C. TOLDT: Lehrb. der Gewebelehre. 1888. S. 343 u. 429.

[2] Vgl. die Darstellungen bei KRAUSE selbst und bei A. KOELLIKER: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl., Bd. I, 1889, S. 177 ff. Ferner bei M. VON FREY: *Leipziger Berichte*, Sitz. v. 4. März 1895, S. 181 f.

[3] Vgl. PASQUALE SFAMENI: Le terminazioni nervose delle papille cutanee e dello strato subpapillare nella regione plantare e nei polpastrelli del cane, del gatto e della scimmia. *Annali di freniatria ecc.* 10, S. 225 ff.; 1900.

[4] Bis noch vor kurzem fand man in der Literatur die Angabe, dafs die KRAUSEschen Endkolben nur beim Menschen und Affen in der Kugelform, bei anderen Säugern dagegen in der Zylinderform vorkommen. Während die erstere Angabe bisher nicht widerlegt wurde, finde ich jedoch bei SFAMENI (zit. Arbeit S. 236), dafs diese Gebilde bei der Katze in verschiedenen Formen von ihm gesehen wurden. Er fand sie hier zylindrisch, spindelförmig, rund und irregulär geformt. Interessant ist auch die Angabe von SCYMONOWICZ (*Arch. f. mikr. Anat.* 45, S. 632), nach welcher in der Schnauze des Schweines zwei verschiedene Formen von Endkolben, obwohl beide länglich, vorkommen.

[5] ANGELO RUFFINI: Sulla presenza di nuove forme di terminazioni nervose ecc. Siena 1898. S. 15. — A. LEONTOWITSCH: Die Innervation d. menschl. Haut. *Int. Monatsschr. f. Anat. u. Phys.* 18, S. 95.

WUNDT schränkt die Funktion der KRAUSEschen Endkolben insofern ein, als er sie „als den Tastkörpern verwandte Gebilde" hinstellt, denen die „die eigentlichen Druckpunkte auszeichnende Druckempfindlichkeit" fehle.[1] Sie reagieren nach ihm vielmehr „lebhaft mit Kitzelempfindungen", welche letzteren er der von ihm unterschiedenen Klasse der Gemeinempfindungen zuzählt.[2] Aber gerade dieser Beobachtung wäre hinzuzufügen, dafs an allen Körperstellen, wo nur immer Tastpunkte vorkommen, freilich mehr oder weniger leicht und in mehr oder weniger hohem Grade, aber sonst doch immer und ohne Ausnahme auch Kitzelempfindungen hervorgerufen werden können. Diese letzteren sind, soweit die Körperoberfläche mit Einschlufs der Schleimhäute in Betracht kommt, zweifellos an die Funktion der Tastorgane gebunden. Wie an anderen Orten auch zeigt sich dies in hervorragendem Mafse an den behaarten Körperstellen. Ich habe mich viele Male davon überzeugen können, dafs es oft genügt, nur ein einzelnes gröfseres Haar mehrmals nacheinander anzuschlagen, um die Kitzelempfindung hervorzurufen. Ganz aufserordentlich kitzelempfindlich sind zudem die kleinen, vielfach nur mit der Lupe und unter besonders günstigen Lichtverhältnissen erkennbaren Härchen der Körperoberfläche. Es genügt oft (ja eigentlich immer), ein solches Härchen nur anzutupfen, um augenblicklich die Kitzelempfindung hervortreten zu lassen. Es sind dies Tatsachen, die gar nicht widerlegt werden können. Bei Untersuchungen, bei denen es sich um Schwellenbestimmungen der Tastpunkte handelte und die Haare der betreffenden Hautstellen abrasiert wurden, hat mir diese Erfahrung bei der Schwierigkeit, alle Härchen mit dem Messer zu treffen, vielfach geradezu als Kontrolle gedient. Sind hierbei Härchen, die man gar nicht sieht, stehen geblieben, so werden sie auch sicher einmal von den Reizhaaren getroffen werden. In jedem solchen Falle nun gab die Versuchsperson Kitzel an und ausnahmlos konnten bei näherer, oft zwar mühsamer Nachsuchung diese Härchen gefunden werden, die dann nachträglich mit einer scharfen kleinen

[1] Grundz. 5. Aufl., Bd. II, S. 13 (vgl. Bd. I, S. 401). Der Unterschied in der Terminologie ist nichts Wesentliches. WUNDT spricht von Druckpunkten und Druckempfindlichkeit, während ich die Ausdrücke Tastpunkte und Tastempfindlichkeit bevorzuge.

[2] Grundz. 5. Aufl., Bd. II, S. 2 u. 42.

Schere abgeschnitten wurden. Wenn daher BADER[1], dessen Arbeit mir während der Niederschrift dieser Mitteilung zuging, angibt, dafs er bei mechanischer Reizung eines Kältepunktes mit einem Reizhaar vor dem Auftreten der Kälteempfindung ein „sehr unangenehmes Kitzelgefühl“ wahrnahm, so nehme ich keinen Anstand, diese Kitzelempfindung eben darauf zurückzuführen, dafs ein Haar oder deren mehrere bei der Reizung berührt wurden.

Ebenso kann man die Kitzelempfindung von einzelnen „reinen Tastpunkten“[2], d. h. nicht Haarpunkten auslösen. Es ist mir dies zuweilen durch einmalige Reizung eines solchen Punktes gelungen, im allgemeinen aber erweckt man sie leichter durch eine Sukzession von (meistens schwachen) Eindrücken, die ja bei den Haaren und Härchen schon durch deren Schwingungen gegeben sind. Ausgeschlossen sind im ersten Falle auch nicht Oszillationen im Gewebe selbst oder indirekte Miterregung benachbarter Organe. Die Zahl der Reizungen in der Zeiteinheit scheint zu der Intensität der auftretenden Kitzelempfindung in einem gewissen Verhältnisse zu stehen.

Flächen von hoher Tastempfindlichkeit sind in der Regel auch eminent kitzelempfindlich.[3] Ich glaube daher nicht fehl zu gehen, wenn ich die Kitzelempfindung als eine unter besonderen Bedingungen zustande kommende (und sich in besonderen Fällen mit Kontraktionsempfindungen verbindende) Tastempfindung von charakteristischem Gefühlstone auffasse. Sie ist an den gesamten Tastapparat gebunden, wie die Juckempfindung an den Schmerzapparat.[4] Wo sich Kitzelempfindungen hervorrufen lassen, müssen daher auch Tastorgane sein. In der Kitzelempfindung erreicht der Tastapparat eine hohe Stufe seiner Leistungsfähigkeit, welche letztere, wenn die durch die Entwicklung bezweckte Abwehr

---

[1] PAUL BADER: Das Verhältnis der Hautempfindungen und ihrer nervösen Organe zu kalorischen, mechanischen und faradischen Reizen. *Philos. Stud.* 18, S. 450.

[2] F. KIESOW: *Philos. Stud.* 19, S. 274.

[3] Merkwürdig ist hierbei, dafs man die Kitzelempfindung an der äufsersten Zungenspitze weniger leicht und weniger intensiv hervorrufen kann, als wenn man eine kurze Strecke auf den Zungenkörper hinaufgeht.

[4] Die beiden Empfindungen sind von durchaus verschiedener Qualität. Sie mögen sich vereinigen, aber an sich sind sie qualitativ verschieden.

des Reizes nicht erreichbar ist, sogar zum Schaden des Organismus ausfallen kann.[1]

Im übrigen soll über die mutmaſslichen Organe unserer Wangenstelle, wie bereits bemerkt wurde, gar nichts Bestimmtes behauptet werden. Es wäre nicht unmöglich, daſs hier noch ganz andere Verhältnisse vorliegen, wie ich überhaupt seit langer Zeit nicht glaube, daſs wir mit den bisher beschriebenen Formen von Tastorganen für den Mundraum auskommen.[2] Es sei nur nochmals daran erinnert, daſs, wenn nicht alles trügt, auf unserer Wangenstelle Tastpunkte anzuerkennen sind, denen nach meiner Anschauung spezifisch adaptierte Organe entsprechen müssen.

Fassen wir alle diese Beobachtungen zusammen, so dürften wir in den Eigentümlichkeiten dieser Wangenstelle ein Kriterium für die zuerst von von Frey aufgestellte Behauptung besitzen, daſs, soweit die Körperhaut als Trägerin von Reizaufnahmeorganen in Betracht kommt, Schmerz- und Tastempfindungen an die Erregung gesonderter peripherer Organe gebunden sind. Es dürfte in der Tat auch nichts Überraschendes darin gefunden werden, daſs sich für zwei Funktionen wie Schmerz- und Getast, denen für die Erhaltung des Organismus verschiedene Dienstleistungen obliegen, im Laufe der generellen Entwicklung nach dem Prinzip der Anpassung an äuſsere Energieformen[3] auch mehrere und spezifisch voneinander verschiedene nervöse Apparate sollten herausgebildet haben.

Mehr aber als theoretische Überlegungen sprechen hierfür weitere beobachtete Tatsachen. In meiner Arbeit mit R. Hahn[4] habe ich bereits mitgeteilt, „daſs die Mundhöhle neben Stellen, die wohl tast-, aber nicht schmerzempfindlich sind, auch solche besitzt, die bei erhaltener Schmerzempfindlichkeit umgekehrt keine Tastempfindlichkeit besitzen.“ Da ich die hier beschriebenen Versuche und Beobachtungen bisher wenig berücksichtigt finde, so erlaube ich mir, in diesem Zusammenhange nochmals darauf hinzuweisen.

---

[1] Angelo Mosso: Die Furcht, übers. v. W. Finger. 1889. S. 151.

[2] Vgl. Teil II dieser Abhandlung.

[3] W. Wundt: Grundz. 5. Aufl., Bd. I, S. 445 ff. F. Kiesow, *Philos. Stud.* **10**, S. 537.

[4] *Diese Zeitschr.* **26**, S. 399.

Die untersuchten Mundteile waren die Gaumenbögen, die Tonsillen und die Uvula, welche Teile mechanisch, elektrisch, thermisch und durch Geschmacksstoffe gereizt wurden. Soweit uns die gewonnenen Resultate hier interessieren, genügt es, hervorzuheben, dafs auf dem mittleren Teile der Gaumenpfeiler und auf den Tonsillen bei erhaltener, obwohl herabgesetzter Schmerzempfindlichkeit die eigentliche Tastempfindung als solche ausblieb, während sich die Uvula in ihrem unteren Teile bei mir sowohl für Tast-, als auch für Schmerzreize unempfindlich zeigte. Dabei empfand, wie hier hinzugefügt werden mag, dieser Uvulateil wohl Kalt, aber nicht Warm, womit ein weiterer unwiderlegbarer Beweis für die Tatsache erbracht ist, dafs Temperaturreize nur auf spezifisch adaptierte Organe der Körperhaut in adäquater Weise einwirken. Im übrigen scheint die Uvula in dieser Hinsicht individuellen Differenzen unterworfen zu sein, was bei der wechselnden Form und Gröfse, in denen man dieses Gebilde antrifft, auch nicht auffallend sein kann.

Eine andere, für die vorliegende Frage interessante Tatsache, die ich in jener Arbeit feststellen konnte, war das Auftreten einer vagen, nicht gut lokalisierbaren Empfindung, die bei stärkeren Reizen auf das Zusammenwirken von Muskel- und Kontraktionsempfindungen, sowie auf Ausbreitung des Reizes nach Tastflächen hin zurückgeführt werden konnte, während sie bei schwächsten Reizgröfsen als eine Vorstufe der normalen Schmerzempfindung erkannt wurde. Ich habe die ganz bestimmte Angabe machen können, dafs die Schmerzempfindung in ihrer Entwicklung ein kurzdauerndes Anfangsstadium durchläuft, das vage und unbestimmt empfunden zu werden pflegt und dafs sie erst durch gewisse Stadien der Schmerzbetonung hindurch zur vollen distinkten Schmerzempfindung ansteigt.[1] Ich bin überzeugt, dafs in diesen Stadien durchaus (ich hebe dies besonders hervor) eine Spezifität der Schmerzempfindung zu erkennen ist. Die so als vage bezeichnete Empfindung ist somit keine Tastempfindung, sie mag von der Versuchsperson so genannt werden, aber nur, weil der Sprache ein passender Ausdruck fehlt.

Ganz Ähnliches beobachtet man bei chemischer Reizung der Mundschleimhaut, wenn die Reize gradweise abgestuft werden,

[1] Zit. Arbeit S. 388, 393, 396, 399, 403 u. a.

besonders gut am weichen Gaumen. Bevor in distinkter Weise Schmerz auftritt, kommen die einzelnen Stadien sehr deutlich zum Vorschein. Hierbei wird jenes Stadium der Schmerzbetonung vielfach als kratzende Empfindung angegeben, welche letztere aber schnell in die volle Schmerzempfindung übergeht.

Auch Geschmacksempfindungen sind vielfach von diesen Stadien begleitet. Ist der Geschmackseindruck bereits wieder verschwunden, so bleibt oft noch ein Eindruck zurück, der dem ersten Stadium der Schmerzempfindung entspricht. Dieses Stadium kann in solchem Falle sogar ziemlich lange andauern.

II.

Mit einer Tastempfindlichkeit von aufserordentlicher Feinheit ausgestattete Körperteile sind die Zungenspitze, das Lippenrot und der harte Gaumen. Die Bedeutung, welche diesen Teilen innerhalb der Entwicklungsreihe bis zum Menschen hinauf beim Tasten zukommt, macht die Tatsache an sich verständlich. Sucht man aber nach ihrem anatomischen Substrat, so erhält man aus der Literatur keinen befriedigenden Aufschlufs, obwohl mit Dank hervorgehoben werden mufs, dafs gerade die Anatomen mehr als die Forscher anderer Wissenszweige ihr Interesse diesen Fragen zugewandt haben. Nicht viel besser steht es übrigens um unsere Kenntnis der Tastapparate des gesamten Mundraums. Auf diesen Mangel unseres Wissens habe ich in meinen Arbeiten mehrfach hingewiesen.

In dem Streben nach Aufklärung wird man zunächst auf die Meissner-Wagnerschen Tastkörperchen geführt, mit denen andere Körperteile und unter diesen gerade Tastflächen im eigentlichen Sinne versehen sind. In der Tat sind nun diese Gebilde in der Schleimhaut des roten Lippenrandes (Krause [1]), wie in den Papillen der Zungenspitze (Geber [2]), wohl auch am Gaumen (?) [3] gesehen worden.

Was aber zunächst den Geberschen Befund betrifft, so giebt schon der Verfasser, der zudem nur über ein geringes Material

---

[1] Zit. Werk S. 514.

[2] E. Geber: *Zentralblatt für die med. Wiss.* 17. Jahrg., 1874, S. 353.

[3] A. Koelliker: Gewebelehre. Bd. I, 1889, S. 175, Z. 7 v. o. Vergleiche hierzu S. 183.

verfügte, in seiner kurzen Mitteilung selbst an, dafs das Vorkommen von Tastkörperchen hier vielleicht seltener sei, als das der Endkolben. Aufserdem ist dieser Befund wohl niemals wieder bestätigt worden[1], und wenn hieraus auch nicht auf einen Irrtum des Beobachters geschlossen werden darf, so dürfte doch dieser Umstand zur Genüge dartun, dafs diese Gebilde hier nur ausnahmsweise oder wenigstens in der Minderzahl vorkommen. Eine Stütze für diese Behauptung sehe ich auch darin, dafs mir Kollegen und Freunde, die sich mit der Histologie der Zunge und der Mundhöhle beschäftigten, versichert haben, dafs Tastkörperchen von ihnen hier nie gesehen wurden. Bei der Leichtigkeit, mit der diese Organe durch die technischen Hilfsmittel erkennbar zu machen sind, wirkt dieses Faktum nur um so schwerwiegender.

Was die Krausesche Angabe betrifft, so liest man auch hier, dafs Tastkörperchen am roten Lippenrande nur „sparsam" vorkommen.[2] Über ein weiteres Vorkommen derselben in der Mundhöhle des Menschen sagt Krause, der diese Teile sehr genau untersucht hat, nichts aus. Dunkel sind die Verhältnisse am Gaumen. Ich finde nur bei Kölliker[3], wo er über das Vorkommen der Merkelschen Tastzellen beim Menschen spricht, die Angabe: „Auch am Gaumen kommen sie" (die Tastzellen) „neben Tastkörperchen vor". Bei der Beschreibung der Tastkörperchen findet sich diese Angabe aber nicht.[4] Mir stehen die Arbeiten Merkels, denen jene Angabe vielleicht entstammt, nicht alle zur Verfügung, in den mir zugänglichen habe ich sie nicht gefunden und ebensowenig in anderen histologischen Werken. Ich finde nur noch bei Leontowitsch[5] die geringe Anzahl dieser Organe in den Lippen erwähnt und ebenso lese ich bei Sczymonowicz, der sich vielleicht auf Geber stützt, am Schlusse seiner Beschreibung der Zunge die Bemerkung: „Die Nerven der Zunge enden teils frei interepithelial, teils in besonderen Terminalorganen (Krausesche Endkolben, Meissnersche Tastkörperchen, Geschmacksknospen)".[6]

---

[1] Vgl. auch E. Botezat: *Zeitschr. f. wiss. Zool.* 71, S. 221 f.

[2] Zit. Werk S. 514.

[3] Zit. Werk S. 175.

[4] Ebenda S. 183.

[5] Zit. Arbeit S. 97.

[6] Ladislaus Sczymonowicz: Lehrbuch der Histologie. 1900. S. 166.

Das dürfte im Ganzen alles sein, was uns die anatomische Literatur über das Vorkommen dieser Gebilde in der Mundhöhle und deren nächster Umgebung mitzuteilen hat. Aber aus alle dem folgt zweifellos, daſs die sehr hohe Tastempfindlichkeit der Zungenspitze, der Lippen und des harten Gaumens, die sich wie in den niedrigen Schwellenwerten einzelner Tastpunkte, so auch in ihrer auſserordentlichen Dichte offenbart, an die Funktion MEISSNERscher Tastkörperchen nicht gebunden sein kann.

Befriedigender erscheint auf den ersten Blick eine Erklärung dieser Tatsachen durch die KRAUSEschen Endkolben. Sie sind „in den Papillen des roten Lippenrandes, unter denselben, sowie in der Backenschleimhaut und derjenigen des weichen Gaumens, ferner in den Schleimhautfalten unterhalb der Zunge, an der Zunge in den Papillae fungiformes, conicae und vallatae, unter der Basis der filiformes und in den Fimbriae linguae gesehen worden.[1] Aber bei näherer Betrachtung erweist sich auch ihre Anzahl zu gering, als daſs die groſse Dichte der Tastpunkte der erwähnten Teile dadurch hinreichend erklärt würde. Sie wurden im harten Gaumen beim Menschen nicht gesehen, nur in der Zylinderform beim Kaninchen.[2] Ihre Zahl scheint auch individuell zu differieren, obwohl die enorme Empfindlichkeit für Zungenspitze, Lippen und harten Gaumen, soweit ich sehe, sich überall konstant wiederfindet. Dazu kommt, daſs auch ihre Position nicht immer die gleiche ist. Obwohl ich nun, wie oben bemerkt, auf Grund der vorliegenden anatomischen Tatsachen trotz der Differenz, die unter den Forschern noch über Einzelheiten der Strukturverhältnisse besteht, durchaus dahin neige, diese Körperchen als Tastorgane aufzufassen (s. w. u.), so können auch sie es nach meiner Auffassung nicht allein sein, welche jene hohe Tastempfindlichkeit vermitteln.

Man könnte noch weiter an die Befunde MERKELS denken, oder an KRAUSEsche Nervenknäuel, die wie in der Konjunktiva des Menschen[3] so auch im roten Lippenrande gefunden sind.[4] Aber soweit verbreitet und leicht auffindbar die

[1] W. KRAUSE: Zit. Werk S. 518.
[2] Ebenda S. 515.
[3] Ebenda S. 519.
[4] Ebenda S. 520.

MERKELschen Tastzellen in der äufseren Körperhaut sind, so findet man über ihr Vorkommen in der Mundschleimhaut aufser der des Gaumens kaum eine bestimmte Angabe.[1] Was sodann die Nervenknäuel angeht, so sind sie schon in der Konjunktiva nach KRAUSE selten, und in bezug auf die Lippen wird nur angegeben, dafs sie daselbst auch vorkommen.[2]

Wie man sieht, kommt man mit diesen Tatsachen für die Erklärung der hervorgehobenen Erscheinung nicht aus. Man kann auch nicht etwa frei endigende intraepitheliale Fasern dafür in Anspruch nehmen. Solche Fasern vermitteln wohl Schmerz-, aber keine Tastempfindungen. Ob dabei die Differenzierung nicht noch weiter geht, soll hier noch gar nicht entschieden werden. Aber soviel dürfte jedenfalls feststehen, dafs Tast- und Schmerzempfindungen ihre spezifischen Organe besitzen. Das Tastorgan als solches vermittelt keinen Schmerz, wie andererseits die Erregung der terminalen Schmerzfasern keine Tastempfindung verursacht. Ich glaube wohl, mich mit den Qualitäten der Hautempfindungen beschäftigt zu haben und hierbei ist mir dies zur Überzeugung geworden.[3] Es müssen hier demnach andere Tastorgane vorhanden sein und in der Tat glaube ich im nachstehenden die Aufmerksamkeit auf Verhältnisse richten zu können, durch welche wir, wie mir scheint, in der Beantwortung dieser Frage weiter geführt werden.

---

[1] Überhaupt mufs ich bekennen, dafs mir die MERKELschen Zellen, soviel Dankenswertes von anatomischer Seite zur Lösung dieser Frage herbeigebracht ist, in psychophysiologischer Hinsicht bisher ein völlig dunkles Gebiet geblieben sind. In einem anderen Zusammenhange komme ich ausführlicher auf diese Zellen zurück.

[2] W. KRAUSE: Zit. Werk S. 520.

[3] Es könnte hiergegen eine Beobachtung angeführt werden, die WUNDT mitteilt. Es heifst bei ihm (Grundz. 5 Aufl., Bd. II, S. 13): „Für diese Einerleiheit sogenannter Druck- und Schmerznerven spricht noch eine weitere Tatsache: über den Druckpunkten fehlen, wie bemerkt, die Schmerzpunkte; wenn man jedoch an der Stelle eines Druckpunktes mit einer Nadel soweit in die Tiefe sticht, dafs der im subepithelialen Gewebe liegende Tastkörper getroffen wird, so empfindet man Schmerz. Dieser kann aber in solchen Fällen kaum anderswo entstehen, als im Nervengeflecht des Tastkörpers selbst.“ WUNDT gibt nicht weiter an, wo dieser Versuch angestellt wurde, ich vermute, im haarfreien Bezirk des Handgelenks. Bei mir selbst finde ich hier eine grofse Anzahl von Schmerz-

punkten und diese gerade auch in unmittelbarer Nähe der Tastpunkte. Ich fasse den Schmerzapparat in seiner Gesamtheit als einen Schutzapparat auf; die grofse Anzahl terminaler Schmerzfasern gerade in diesem Gebiete dürfte daher nicht wundernehmen. Die Fragen nun über die Verteilung der Nervenfasern um das Tastkörperchen herum dürften auch noch gar nicht endgültig abgeschlossen sein. LEONTOWITSCH (zit. Arbeit S. 96 u. 98) sah von diesem in einigen Fällen Fasern in das Epithel aufsteigen und gibt weiter an, dafs er „zuweilen ein MEISSNERsches Körperchen von Verzweigungen" (der Papillarnerven) „wie von einem Futteral umfafst" sah (zit. Arbeit S. 143). Bei RUFFINI und SFAMENI finde ich diese Angaben nicht; nach der von ihnen verwandten Methode löst sich aber das Epithel vom Corium ab. Dagegen sah SFAMENI (*Annali di Freniatria* **10,** S. 286 f.) GRANDRYsche Körperchen aus der Zunge der Hausente von einem Netz blasser Fasern umgeben, die von einer marklosen Faser kamen, welche die markhaltige, zum Körperchen gehende bereits eine Strecke weit begleitete. Und zwar war die Verteilung so, dafs dieses Netz an der Stelle, wo es sich von der blassen Faser abzweigt, sehr dicht war, während es an der entgegengesetzten Seite fast ganz fehlte. Mögen nun die Befunde jener Forscher auch noch verschieden gedeutet werden können (ich erlaube mir darüber vor der Hand gar kein Urteil), so steht doch soviel fest, dafs von den Papillen Fasern in das Epithel aufsteigen und, da ihr Verlauf nicht in allen Fällen konstant sein wird, sondern sie sich in einem Falle mehr schlängeln werden als im anderen, so ist ersichtlich, wie leicht beim Einstich eine oder mehrere solcher Fasern getroffen werden können. Es ist dann weiter in Betracht zu ziehen, dafs wir es hier mit Organen von sehr geringen Dimensionen zu tun haben (nach KOELLIKER — Gewebelehre I, 1889, S. 181 — von 66—180 μ Länge und 32—50 μ Breite). Es dürfte weiter die Dicke der Epidermis nicht aufser acht gelassen werden, und es ist vor allen Dingen auch nicht der von RUFFINI entdeckte und von SFAMENI bestätigte subpapillare Plexus zu übersehen. Bei der grofsen Wichtigkeit, die gerade diesem Versuche WUNDTS zukommen dürfte, habe ich mir erlaubt, auf diese Tatsachen hinzuweisen. Die Schwierigkeiten, die einer eindeutigen Durchführung eines solchen Versuches entgegenstehen, sind eben sehr grofs. Viel eindeutiger dürften aber Versuche sein, wie die, auf welche ich oben hingewiesen habe.

Trotzdem aber erlaube ich mir hier weiter einige Gegenversuche anzuführen. Im haarlosen Bezirk meines linken Handgelenks suchte ich nahe der Haargrenze bei möglichst günstigem Lichte mit der Lupe eine Anzahl Tastpunkte. Um den Widerstand zu verringern, den die Hornschicht dem Einstich leicht entgegensetzt, war die Stelle vorher mit Seifenwasser und Sodalösung erweicht worden. Die gefundenen Tastpunkte wurden mit Anilintinte umrandet. Eine feinste Nadel war vorher für den Versuch sorgfältig zugeschliffen. Immer mit der Lupe arbeitend bestimmte ich dann für jeden Punkt die Stelle der maximalen Empfindlichkeit, wobei ich mit dem Reizhaar zugleich auch die Nadel in der rechten Hand hielt. War dieser Punkt gefunden, so wurde er nicht weiter bezeichnet, sondern mit dem Auge festgehalten, dabei das Reizhaar fortgelegt und nun ein

Es war in der Sitzung der königl. Akademie der Medizin zu Turin vom 11. Juli 1902, in der mir durch die Mitteilungen, welche Professor ROMEO FUSARI, Direktor des anatomischen

---

Einstich mit der Nadel versucht. Hierbei ist es mir nicht immer, aber doch mehrere Male ganz bestimmt gelungen, in der Tiefe nicht Schmerz, sondern eine ausgesprochene Tastempfindung zu erzeugen. Dazu ist noch zu bemerken, daſs der allererste Einstich, wenn man eben die Nadel einführt, an dieser Stelle bei mir oft von einer momentan wieder verschwindenden Schmerzempfindung begleitet ist. Auf diese nur für einen Moment aufblitzende Schmerzempfindung habe ich schon an anderer Stelle hingewiesen (*Philos. Stud.* 14, S. 576).

Leichter gelingt der Einstich mittels Bienenstacheln, nur muſs man Acht geben, daſs ihnen nichts von dem Sekret anhaftet. Ich erfaſste sie am verdickten Ende mit einer Pinzette, die ich mir im gegebenen Moment von einem Assistenten zureichen lieſs. Ich kam hierbei zu demselben Resultat, nur ist es mir so besser und öfter gelungen, den Stachel ohne das Auftreten jener oberflächlichen, kurzdauernden Schmerzempfindung einzuführen. Ich bemerke nochmals, daſs die Versuche nicht in allen Fällen positiv verliefen. Aber bei der hervorgehobenen Schwierigkeit, die der experimentellen Behandlung dieser Frage entgegensteht, dürften diese positiven Ergebnisse überzeugender sein als die negativen. — Leichter ausführbar sind die Versuche vielleicht auf anderen Hautgebieten (Oberarm, Oberschenkel, Rumpf etc.), wo es sich dann aber nicht mehr um Reizung von Tastkörperchen handeln dürfte, oder wo deren Vorhandensein wenigstens fraglich ist. Auſserdem dürften individuelle Verschiedenheiten in der Verteilung der Schmerzfasern besonders um das Handgelenk herum vorhanden sein. Ich selbst bin hier, wie hervorgehoben, sehr schmerzempfindlich. Wie ich aus der oben zitierten Arbeit BADERS ersehe, gelangte dieser bei Reizung von 4 Tastpunkten mit Insektennadeln, welche Tastpunkte auf der Dorsalseite des linken Unterarms, 4,8 cm von der Handwurzel (1 Punkt), auf dessen Beugeseite, 2,7 cm von der Handwurzel (2 Punkte) und ebenhier direkt an der Handwurzelfläche (1 Punkt) lagen, zu ähnlichen Resultaten. Ich selbst wollte die Versuche nicht gar zu weit ausdehnen, um mir die Stelle für andere Beobachtungen nicht zu zerstören. Aber die mitgeteilten Beobachtungen lehren, daſs der Versuch WUNDTS in dieser wichtigen Frage nicht entscheidend sein kann.

Ich erlaube mir hier noch eine Beobachtung mitzuteilen, die ich oft gemacht habe. Nach dem sogenannten Einschlafen der Glieder, z. B. des Armes, hat man Empfindungen, die als Kriebeln bezeichnet werden. Aus der Gesamtheit dieser Empfindungen kann ich zuweilen deutlich und bestimmt 3 Qualitäten herauserkennen. Es schwirren die Tastorgane der Hand und der Finger; ich unterscheide stichartige Schmerzempfindungen und es treten aus dem ganzen Empfindungskomplex hier und dort und oft in rascher Folge fortwährend Kaltempfindungen heraus. Dies dürfte wohl nicht sein, wenn alle Nerven schmerzempfindlich wären.

Instituts unserer Universität, über seine Untersuchungen im Gebiete des peripheren Nervensystems machte, wie durch die der Akademie vorgelegten Zeichnungen über diese Verhältnisse ein neues Verständnis aufging. Herr Fusari gestattete mir in den nächsten Tagen die Durchsicht der Präparate. Hierbei, wie durch die von ihm erhaltenen weiteren Erklärungen, bin ich in meiner Auffassung nur noch bestärkt worden.

Das uns hier interessierende Untersuchungsergebnis Fusaris steht in Zusammenhang mit den Arbeiten Ruffinis und Sfamenis. Durch Ruffini ist endgültig die bis dahin herrschende Ansicht vernichtet worden, dafs die Cutispapillen der menschlichen Fingerbeeren und der Zehenkuppen nach Gefäfs- und Tastpapillen zu unterscheiden seien.[1] Die ersteren enthalten, wie er zeigen konnte, aufser Gefäfsen Nerven, wie die letzteren aufser Tastkörperchen Blutkapillaren. Aufser den erwähnten Nerven, die Ruffini selbst als vasomotorische auffafste, entdeckte er innerhalb der Papillen noch nervöse Gebilde, die er ihrer Form wegen als *Fiocchetti papillari* bezeichnete.[2] Ruffini arbeitete mit der von ihm selbst modifizierten Fischerschen Methode der Goldfärbung.[3]

Sfameni setzte die Arbeiten Ruffinis mit der gleichen Methode fort und dehnte seine Untersuchungen auch auf die entsprechenden Teile und die Plantarregionen von Affen, Hunden und Katzen aus. Er bestätigt die Resultate Ruffinis in weitestem Umfange, findet die *Fiocchetti papillari* zum Teil wieder (bei der Katze, dem Affen, dem Menschen, nicht beim Hund, dafür aber hier andere, vielleicht analoge Gebilde, die Papillen des Hundes zeigten überhaupt charakteristische Unterschiede), weicht aber von Ruffini insofern ab, als er die intrapapillären Nervenfasern nicht wie dieser als Vasomotoren, sondern als solche von sensibler

---

[1] Angelo Ruffini: Sulla presenza dei nervi nelle papille vascolari della cute dell' uomo. *Rend. della R. Acc. dei Lincei*, Serie 5, **1** (2). 1892.

Derselbe: Sulla presenza di nuove forme di terminazioni nervose ecc. Siena 1898. S. 8.

[2] Ebenda S. 21. — Leontowitsch (zit. Arbeit S. 96) sucht die *„fiocchetti“* Ruffinis mit den von ihm selbst gesehenen Jugendformen der Meissnerschen Körper in Zusammenhang zu bringen. Das ist aber wohl nicht gut möglich, da diese Gebilde eben von Sfameni auch bei der Katze gesehen wurden, die gar keine Meissnerschen Körperchen besitzt.

[3] A. Ruffini: Un metodo di reazione al cloruro d'oro ecc. *Atti d. R. Acc. dei Fisiocritici in Siena* Serie IV, **13** (1—2); 1902.

Natur auffafst. Er beschreibt aufser den Fasern, die zu Tastkörperchen (Mensch, Affe) oder zu KRAUSEschen Endkolben (Hund, Katze) gehen und denjenigen, die die erwähnten *Fiocchetti papillari* RUFFINIS bilden, andere, die sich innerhalb der Papille zu einer Art Knäuel zusammenfügen (terminazioni nervose aggrovigliate a guisa di gomitolo — Hund) oder analog diesem sich zu einem marklosen Nervennetz vereinigen (reticelle nervose amieliniche intrapapillari — Katze, Affe, Mensch), und sieht in eben diesen Bildungen die von RUFFINI als Vasomotoren bezeichneten Fasern wieder.[1]

Es kann nicht in den Rahmen dieser Arbeit fallen, auf die Einzelheiten dieser vorzüglichen Leistungen weiter einzugehen. In einem anderen Zusammenhange werde ich hierauf, wie auch auf die von RUFFINI im Unterhautbindegewebe entdeckten und seitdem nach ihm benannten terminalen Gebilde zurückkommen. Uns interessieren hier in erster Linie die letzterwähnten Befunde SFAMENIS und es dürfte aufser Zweifel liegen, dafs wir durch die Klarstellung dieser Verhältnisse beträchtlich weiter geführt worden sind. Es kann wohl kaum ein Grund vorliegen, diese Gebilde nicht als Tastorgane aufzufassen.



Nervenendigung in einer Papille des Lippenrots der Katze, nach FUSARI.

Ein ganz ähnliches und zweifellos analoges Organ hat nun FUSARI in den Papillen der Zungenspitze und des roten Lippenrandes bei jungen erwachsenen Katzen entdeckt. Dieses Organ besteht aus einem Plexus blasser, durch viele Varikositäten unterbrochener Fasern, der hauben-, hut-, oder kronenförmig (je nachdem man die Form auffassen will) den ganzen oberen Teil der Papille fast ausfüllt. Der Freundlichkeit des Herrn FUSARI verdanke ich die neben-

[1] PASQUALE SFAMENI: Le terminazioni nervose delle papille cutanee ecc. *Annali di Freniatria e Scienze affini* **10**, S. 225 ff. 1900. LEONTOWITSCH (zit. Arb. S. 143), der SFAMENIS Arbeit nicht kannte, kommt auch für Hand- und Fingerrücken hierin zu demselben Ergebnis.

stehende, bisher noch nicht veröffentlichte Zeichnung, durch welche diese Verhältnisse vorzüglich illustriert werden. Die Zeichnung stellt eine Papille des roten Lippenrandes der Katze dar und gibt das Organ (Mikroskop Koritzka, Okul. komp. ap. 4, Obj. semiap. $^1/_{15}$) in einer Vergröfserung von 600 Diam. wieder. In den Papillen der Zungenspitze sind die Gebilde hiervon nicht verschieden. Fusari arbeitete mit der modifizierten Methode Golgis.

Da eine ausführliche Beschreibung dieser neuen Befunde noch nicht erschienen ist, so beschränke ich mich auf eine Übersetzung desjenigen Teiles der bis dahin veröffentlichten kurzen Mitteilung, der das in Rede stehende Organ betrifft. Das in Parenthese Stehende habe ich selbst hinzugefügt:

„Um den sehr dichten Nervenplexus zu bilden, der sich in den verschiedenen Papillen der Zunge und der Kutis der Säugetiere findet, treten in die Papillen markhaltige und blasse Fasern ein. Diese letzteren bilden in der Regel eine oder mehrere Bündelchen, in welchen die Fasern eine gewisse Strecke weit parallel und sich sehr nähernd nebeneinander herlaufen, während sie an einem gewissen Punkte diese Gleichförmigkeit des Verlaufs unterbrechen, (im Bündel selbst) eine Art Plexus von im ganzen ovaler Gestalt bilden und sich dann von neuem zusammensetzen, um sich fast unmittelbar darauf (wieder) zu teilen, und den (terminalen) Plexus zu bilden. Wenn nun die schwarze Reaktion diffus verläuft, bleiben das ganze Bündel, wie auch der kleine innere Plexus (siehe das Gebilde links in der Zeichnung) uniform gefärbt, so dafs sehr leicht die Form einer Nervenzelle vorgetäuscht wird. — In den gleichen Papillen finden sich auch viele Bindegewebszellen, die völlig denen ähnlich sind, die Leontowitsch als Nervenzellen beschreibt.“[1]

Die kurze Strecke links in der Zeichnung, in der die Differenzierung nicht eingetreten ist, stellt das Nervenbündel eines anderen terminalen Plexus dar. Der Nerv ist von dem Schnitt getroffen worden. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Doppelpapille, so dafs der diesem durchschnittenen Nerven zugehörige Endplexus in der Nebenpapille zu suchen ist.

Dies genügt, um erkennen zu lassen, dafs wir es hier mit besonderen Organen zu tun haben. Ich erfuhr weiter von Fusari,

[1] R. Fusari: Alcune osservazioni di fina anatomia nel campo del sistema nervoso periferico. *Giornale della R. Accad. di Med. di Torino* 1902 (8—9).

dafs sie sich am Lippenrande fast in jeder Papille finden, während für die Zungenspitze das verarbeitete Material noch nicht hinreichend grofs war, um über die Häufigkeit ihres Vorkommens hier absolut Sicheres auszusagen, obwohl es in hohem Mafse wahrscheinlich ist, dafs sie sich auch hier in grofser Anzahl finden. Über den harten Gaumen ist bisher nichts bekannt. Dieser, wie die Schleimhaut des ganzen übrigen Mundraums bedürfen in dieser Hinsicht noch der genaueren Bearbeitung.

Wie dem nun weiter sein mag, so liegt so viel auf der Hand, dafs, wenn man sich entschliefst, diese neuentdeckten Gebilde als Tastorgane aufzufassen, die grofse Dichte der Tastpunkte des Lippenrandes (und wohl auch die hohe Empfindlichkeit einzelner Punkte) ihre Erklärung finden, wie ferner, dafs auch Dichte und Empfindlichkeit der Tastpunkte der Zungenspitze auf den gleichen Umstand zurückführbar sind, falls sie hier (woran kaum zu zweifeln ist) in ebenso grofser Häufigkeit vorkommen.

Da sich bei den Präparaten Ruffinis und Sfamenis das Epithel ablöst, so konnte noch der Zweifel aufsteigen, ob das in Rede stehende Gebilde nicht einfach als ein Nervenplexus aufzufassen sei, von dem aus Fasern in das Epithel aufsteigen möchten. Durch die von Fusari gelieferten Präparate aber ist dieser Zweifel gehoben, da das Epithel hier erhalten bleibt und man von jenem Gebilde aus niemals Fasern in das erstere aufsteigen sieht.

Es könnte noch eingewandt werden, dafs, was von Katzen gilt, noch nicht ohne weiteres vom Menschen gilt. Das ist bis zu einem gewissen Grade zuzugeben. Aber andererseits ist dagegen anzuführen, dafs die grofse Ähnlichkeit, welche gerade zwischen den Kutispapillen der Katze und denen des Menschen besteht, die vorgetragene Anschauung in hohem Grade wahrscheinlich macht. Ich stütze mich dabei weiter, wie oben angedeutet, auf die von Sfameni gefundenen Tatsachen. Gerade an den Händen und Fingern von Menschen und Affen fand er analoge Gebilde wie an den entsprechenden Körperteilen von Hunden und Katzen. Dazu kommen die erwähnten Befunde von Leontowitsch. Ja, man braucht auch nur die schönen Figuren der oben zitierten Arbeiten Ruffinis und Sfamenis zum Vergleich heranzuziehen, um in dieser Ansicht sehr bestärkt

zu werden. Es ist wahrscheinlich, dafs das Organ beim Menschen nach Form und Gröfse im einzelnen Abweichungen zeigen wird, aber es ist mehr als wahrscheinlich, dafs analoge Organe überhaupt hier vorhanden sind. Im übrigen hat natürlich die Spezialforschung hierüber das letzte Wort zu reden.

Es dürfte somit einleuchten, dafs es nicht genügen kann, die Tastkörperchen und den Nervenkranz der Haarscheiden als Tastorgane des Menschen ausschliefslich anzuerkennen. Es sind ihnen wohl sicherlich die Krauseschen Endkolben und, soweit die Wahrscheinlichkeit einen Wert hat, auch die im vorstehenden beschriebenen Endgebilde zuzuzählen. Wie diese letzteren an den Tastflächen der Hände und Füfse neben den Tastkörperchen beim Menschen und Affen und an den entsprechenden Teilen beim Hund und der Katze (wohl auch anderer Säuger) neben den Krauseschen Endkolben die Dichte der Tastpunkte mitbestimmen, so dürfte die letztere an Lippen und Zungenspitze in erster Linie durch jene Organe bedingt sein, wobei in zweiter Linie die Krauseschen Körper und teils ausnahmweise, teils in grofser Minderzahl auch die Meissnerschen Tastkörperchen mitwirken.

Was sonst über Tastorgane und Tastfunktion zu sagen wäre, gehört nicht mehr in diesen Zusammenhang. Ich erlaube mir nur noch hinzuzufügen, dafs ich auch für die Kalt- und Warmempfindungen spezifisch adaptierte Organe der Körperperipherie anerkenne. Welche Organe hierfür mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit in Anspruch zu nehmen sind, sei einer anderen Mitteilung vorbehalten.

(Eingegangen am 4. September 1903.)

(Aus der Abteilung für experimentelle Psychologie des physiologischen Instituts der Universität Turin.)

Zur Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im sensiblen Nerven des Menschen.[1]

Von

F. Kiesow.

Im Jahre 1850 zeigte Helmholtz, dafs die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der nervösen Erregung mefsbar sei. Er arbeitete am motorischen Nerven und benutzte als solchen zunächst den Hüftnerven des Frosches, der nach der von Pouillet zur Messung kleiner Zeiträume angegebenen Methode an Stellen, die von seinem Eintritt in den Muskel verschieden weit entfernt waren, durch momentane elektrische Ströme gereizt wurde.[2] Diese Versuche ergaben wahrscheinlichste Mittelwerte von 26,4 und 27,0 m pro Sekunde, wobei die aus den einzelnen Versuchsreihen gewonnenen Werte zwischen 24,6 und 38,4 m in der Sekunde schwankten.[3] Zugleich konnte Helmholtz schon hier zeigen, dafs auch die Temperatur auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht ohne Einflufs ist. Später hat er diese Untersuchungen auch auf die Vorgänge am Menschen übertragen und N. Baxt veranlafst, dieselben nach einem von ihm (Helmholtz) entworfenen Plane auszuführen. Hierbei wurde der N. medianus bald am Handgelenk, bald am Oberarm elektrisch gereizt und zugleich die jedesmalige Zuckung der Muskulatur des Daumenballens registriert. Diese Versuche ergaben ein Gesamtmittel

---

[1] Die Mitteilung erscheint ebenfalls in den *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei* zu Rom.

[2] *Akad. d. Wiss. zu Berlin*, Berichte 1850, S. 14f. *Müllers Archiv* 1850, S. 71 u. 276ff.

[3] *Ebenda* S. 337ff., S. 351.

von 33,9005 m in der Sekunde bei einer Schwankung der Mittelwerte der einzelnen Versuchsreihen von 31,5389 bis 37,4927 m pro Sekunde.[1] Im Jahre 1870 hat dann HELMHOLTZ der Akademie zu Berlin neue, gleichfalls von BAXT ausgeführte Versuche vorgelegt, welche namentlich den erheblichen Einfluſs zeigen, den die Temperatur auf die Geschwindigkeit der Nervenleitung auch beim Menschen ausübt. Bei diesen Versuchen wurde auch der N. ulnaris gereizt, wobei die Zuckungen der Mm. abductor indicis und adductor pollicis aufgezeichnet wurden. Für die Strecke vom Handgelenk bis zum Ellenbogen ergaben sich so aus Versuchen, die gegen Ende des Sommers, im Winter und zu Anfang des nächsten Sommers angestellt wurden, Werte, die zwischen 27,8081 m bis 32,8827 m in der Sekunde schwankten. Für die gleiche Strecke erhielt man bei Reizung des Medianus einen Mittelwert von 30,3904 m pro Sekunde. Aus allen erhaltenen Werten resultierte ein Gesamtmittel von 30,1488 m pro Sekunde. Um die Mitte des Sommers aber stiegen die Werte beträchtlich an, während sie sich zu Beginn des Winters wieder verkleinerten. Weitere Erfahrungen lehrten dann, daſs Erwärmung des Körpergliedes regelmäſsig eine Erhöhung, Abkühlung desselben dagegen stets eine Verlangsamung der nervösen Leitungsgeschwindigkeit nach sich zog.[2]

Während die Ergebnisse dieser grundlegenden Versuche durchweg Aufnahme fanden, harrt die Frage nach der Leitungsgeschwindigkeit im sensiblen Nerven noch ihrer Lösung, wenngleich eine Tendenz besteht, sie von der im motorischen vorsichgehenden als nicht verschieden anzunehmen.

Nun hat freilich schon HELMHOLTZ seiner Zeit auf die Schwierigkeiten aufmerksam gemacht, die einer derartigen Bestimmung entgegenstehen und auf die Differenzen hingewiesen, die sich in den damals vorliegenden Untersuchungsergebnissen finden, Umstände, die ihn eben bewogen, die Lösung des Problems am Bewegungsnerven des Menschen zu versuchen.[3] Aber sowohl in dem Verständnis der Reaktionsvorgänge, wie in dem der Hautempfindungen und ihrer Messung sind inzwischen Fortschritte gemacht worden. Gestützt auf diese neuen Erkennt-

---

[1] *Berliner Berichte* 1867, S. 228 f.

[2] *Berliner Berichte* 1870, S. 184 f.

[3] *Ebenda* 1867, S. 228 u. 229.

nisse glaube ich einen Weg eingeschlagen zu haben, auf dem zuverlässige Resultate zu erhalten sein dürften.

Geführt wurde ich auf diese Frage durch eine umfangreiche Untersuchung über die Reaktionszeiten der punktuell ausgelösten taktilen Belastungsempfindung, die, in ihrem experimentellen Teile abgeschlossen, in nächster Zeit in dieser Zeitschrift erscheinen wird.

Zugrunde legte ich meinem Versuchsplane die extrem muskuläre Reaktionsweise bei maximaler Einübung der Versuchsperson. Die Gründe hierfür sind ersichtlich. Der Gesamtvorgang ist vereinfacht, und da alle übrigen Faktoren, die an demselben teilnehmen, die gleichen bleiben müssen, so können die in den Mittelwerten zutage tretenden Unterschiede nur durch die längere Wegstrecke bedingt sein, die die Erregung zu durchlaufen hat.

Gereizt werden Hautstellen des linken Armes und Beines, wobei ersterer auf einem passend zugerichteten, erhöhten Kissen ruht, während die Versuchsperson bei Reizung des letzteren bequem auf einem verstellbaren Fahrbette sitzt. Die Versuche unterscheiden sich von den bisher ausgeführten dadurch, daſs nicht beliebige Hautstellen, sondern bestimmte und möglichst isoliert stehende Empfindungspunkte benutzt wurden. Für die vorliegende Untersuchung wählte ich Tastpunkte. Die Reizung ist in unserem Falle ferner keine elektrische, sondern eine mechanische und geschieht durch ein von Freysches Reizhaar, dessen Spannungswert vorher genau bestimmt worden ist.

Ein solches Reizhaar wird einem Ästhesiometer aufgesteckt, das ich mir eigens für Reaktionsversuche habe herstellen lassen. Da an demselben infolge eines Stromschlusses vom Experimentierzimmer aus durch elektromagnetische Wirkung ein eben dieses Reizhaar tragender Hebel herabgezogen wird, so habe ich dasselbe als Elektroästhesiometer bezeichnet. Eine an dem gleichen Hebel angebrachte Vorrichtung bewirkt, daſs sich im Momente der Reizung durch Quecksilberkontakt gleichzeitig eine Nebenleitung schlieſst, wodurch die Exaktheit der Zeitbestimmung gegeben ist. Der ganze Apparat wird auf ein Zimmermannsches Universalstativ montiert, wodurch ein genaues Treffen der Punkte bei der Reizung möglich wird. Da der Hebel sehr schnell herabgezogen wird, so wird die Geschwindigkeit der Reizung übermaximal,

d. h. sie liegt weit oberhalb der Grenze, bis zu welcher sie auf die Empfindungsintensität von Einfluſs ist.[1]

Wie aus dem Vorstehenden schon erhellt, war die Versuchsanordnung auf zwei Zimmer verteilt. Als Chronoskop diente mir eine von Herrn RUNNE in Heidelberg bezogene HIPPsche Uhr, welche unter anderem den Vorteil gewährt, daſs die Glasglocke während des Aufziehens des Uhrwerkes nicht abgenommen zu werden braucht. Ich benutzte die ältere Vorrichtung des Uhrwerks, bei der die Zeiger bei Stromdurchgang festgehalten werden und bemerke weiter, daſs die ganze Anordnung genau derjenigen entsprach, die WUNDT ausführlich beschrieben und abgebildet hat.[2] Zur Kontrolle des Uhrwerks diente WUNDTS groſser Kontrollhammer, zur Reaktionsbewegung der von CATTELL eingeführte Reaktionstaster. Reagiert wurde mit dem rechten Zeigefinger. Die Zwischenzeit zwischen Signal und Reiz betrug konstant etwas über $1^1/_2$ Sek. Ich arbeitete mit zwei Assistenten, von denen der eine im Experimentierzimmer die Uhr und die Reizung besorgte, während der andere im Beobachtungszimmer den Apparat dirigierte und auf ein genaues Treffen der Punkte Acht gab. Von einem Zimmer zum anderen verständigte man sich durch verabredete akustische Signale. Die Versuchsperson hielt während der Versuche die Augen geschlossen. Um störende Geräusche, namentlich die von der Straſse kommenden nach Möglichkeit abzuhalten, wurden die Gehörgänge der Versuchsperson durch passend zugeschliffene Korkstöpsel verschlossen. Dies verhinderte aber nicht, daſs die Signale gehört wurden.

Was die Reaktionen als solche betrifft, so beschränke ich mich hier darauf, hervorzuheben, daſs wir Reihen von 10 und 15 Einzelbeobachtungen anstellten und daſs nur Zeitwerte gestrichen wurden, die vom Beobachter hierfür signalisiert wurden. Wo, wie zuweilen am Ende einer Sitzung geschah, die Werte infolge eintretender Ermüdung unregelmäſsig wurden, haben wir vorgezogen, die ganze Reihe zu verwerfen, um sie in der nächsten Sitzung zu erneuern. Ferner sei noch bemerkt, daſs zwischen den einzelnen Reihen eine längere Pause eingeschaltet ward, während die einzelnen Reaktionen in möglichst schneller Aufeinanderfolge ausgeführt wurden.

---

[1] Die ausführlichere Beschreibung des Apparates erfolgt in der später erscheinenden gröſseren Abhandlung.

[2] Grundzüge der physiol. Psychologie, 5. Aufl. Bd. III, S. 387 ff.

Als Versuchsperson habe ich selbst fungiert. Für geleistete Assistenz bin ich Fräulein AYMAR, sowie Herrn Dr. A. FONTANA und meiner Frau aufrichtigen Dank schuldig.

Als ich mich dieser Frage zuwandte, hatte ich bereits seit vielen Monaten mit kurzen Unterbrechungen täglich Reaktionen ausgeführt. Da ich aufserdem in der letzten Zeit ausschliefslich muskulär reagiert hatte, so konnte ich eine maximale Einübung bei mir voraussetzen.

Darauf, dafs nur möglichst isoliert stehende Empfindungspunkte bei diesen Versuchen benutzt werden dürfen, ist nach meinem Dafürhalten ein besonderes Gewicht zu legen. Eben aus diesem Grunde wurden nicht Tastpunkte der Hand, des Fufses oder des Gesichtes gereizt, Körperstellen, an denen die Dichte der Punkte eine erhebliche ist, sondern Haarpunkte der erwähnten Körperteile.[1]

Weiter ist nach meiner Auffassung darauf zu achten, dafs die benutzten Tastpunkte eines und desselben Körpergliedes von gleicher oder wenigstens von annähernd gleicher Empfindlichkeit sind und schliefslich ist besonders auch für eine geeignete Reizintensität Sorge zu tragen. Ist diese letztere zu gering, so ist eine extrem muskuläre Reaktion nicht mehr möglich, insofern sich die Aufmerksamkeit dann nicht mehr in maximalem Grade der auszuführenden Bewegung zuwenden kann, sondern sich zu einem Teile unwillkürlich auf den zu erwartenden Eindruck richtet. Dies hat aber zur Folge, dafs sich die Werte verlängern und ihre Schwankungen sich vergröfsern. Ist dagegen der Reiz zu stark, so ist man nicht immer sicher, ausschliefslich ein einzelnes Tastorgan zu reizen, sondern es können infolge der gröfseren Ausbreitung der Deformation andere Organe mitgereizt werden, woraus möglicherweise eine Verringerung der Reaktionszeiten und wiederum unkontrollierbare Schwankungen resultieren können. Und da weiter die Anzahl der Empfindungspunkte in der Flächeneinheit auch auf einem und demselben Körpergliede nicht überall die gleiche ist[2], so würden in diesem Falle die erhaltenen Zeitwerte auch nicht untereinander vergleichbar sein. Unter den hervorgehobenen Bedingungen aber schien mir eine Neubearbeitung der Frage nicht aussichtslos zu sein.

---

[1] Vgl. hierzu meine Abhandlung „Über Verteilung und Empfindlichkeit der Tastpunkte" in *Philos. Studien* **19**, S. 260 ff.

[2] Vgl. eben diese Abhandlung.

Was die Empfindlichkeit der bis jetzt benutzten Tastpunkte betrifft, so sei hervorgehoben, dafs sie bei allen einem Schwellenwerte von 1 g pro Millimeter Radius entsprach.

Als Reizgröfse wählte ich einen Spannungswert von 6 g pro Millimeter Radius, wobei die einzelnen Konstanten des verwandten Reizhaares die folgenden waren:

Querschnitt	Mittlerer Radius	Kraft	Spannungswert
0,038 mm²	0,11 mm	0,66 g	6 g/mm

Dieser Reizwert könnte freilich etwas hoch erscheinen, aber man darf bei der Beurteilung nicht vergessen, dafs man die Punkte während der Reizung nicht sieht (beim Aufsuchen und bei Schwellenbestimmungen benutze ich stets die Lupe), sondern die Augen geschlossen hat, und dafs der Reiz eben stark genug sein mufs, damit die Aufmerksamkeit ohne Schwierigkeit extrem muskulär eingestellt werden kann. Dafs man nicht trotzdem noch auf geringere Reize muskulär reagieren kann, ist hiermit nicht gesagt, bei diesen Versuchen aber lag es nicht in meinem Interesse, einen möglichst schwachen, sondern im Gegenteil, einen möglichst starken Reiz zu verwenden.

Dem Vorstehenden sei noch hinzugefügt, dafs die Versuche im September d. J. in einer ununterbrochenen Reihe von Tagen und zu immer gleichen Tagesstunden ausgeführt wurden, wie auch, dafs ich meine Lebensweise während dieser Zeit in nichts veränderte und dafs die Temperatur des Beobachtungszimmers ein wenig um 20° C herum schwankte.

1. Versuche am Arm.

Die untersuchten Tastpunkte befanden sich auf der Haargrenze an der Beugeseite des Vorderarms, wie auf der Mitte der gleichen Seite des Oberarms. Hier wie dort wurden je zwei Punkte gewählt. An jedem der Punkte des Unterarms wurden 100 Beobachtungen angestellt. Von denen des Oberarms wurde der eine 100 mal, der andere 200 mal gereizt. Unten wie oben lagen die beiden Punkte nicht weit voneinander entfernt auf einer und derselben Querlinie, so dafs für die Entfernung der ersteren von den letzteren keine Variation eintrat. Der Umfang meines Armes beträgt an der unteren Reizstelle ca. 17 cm; an der oberen ca. 27 cm.

An den beiden Haarpunkten des Unterarms erhielt ich folgende Mittelwerte:

1. Punkt: 161,10 σ (mittl. Var. 10,9800)
2. Punkt: 163,38 σ („ „ 9,6852)

Auf dem Oberarm ergaben sich folgende Mittelwerte:

1. Punkt: 151,64 σ (Mittl. Var. 9,9080)
2. Punkt, 1. Hundert: 151,70 σ („ „ 11,1880)
2. Hundert: 150,61 σ („ „ 12,2946)

Aus diesen Mittelwerten ergeben sich folgende Differenzen:

1. 161,10 — 151,64 = 9,46 σ
2. 161,10 — 151,70 = 9,40 σ
3. 161,10 — 150,61 = 10,49 σ
4. 163,38 — 151,64 = 11,74 σ
5. 163,38 — 151,70 = 11,68 σ
6. 163,38 — 150,61 = 12,77 σ

Da die Entfernung der Tastpunkte des Unterarms von denen des Oberarms 33 cm beträgt, so würden sich hieraus, wenn man die gleiche Nervenstrecke annimmt, die aber in Wirklichkeit gröfser ist, folgende Fortpflanzungsgeschwindigkeiten ergeben, welche Werte ich auf drei Dezimalstellen abgerundet habe:

1. 34,884 m pro Sekunde
2. 35,106 „ „ „
3. 31,459 „ „ „
4. 28,109 „ „ „
5. 28,253 „ „ „
6. 25,842 „ „ „

Das arithmetische Mittel aus allen 6 Werten beträgt abgerundet 30,609 m in der Sekunde.

Nimmt man die Punkte je unten und oben zusammen und berechnet die Differenzen aus den Mittelwerten von je 200 Einzelbestimmungen, so ergeben sich abgerundet:

1. 162,24 — 151,67 = 10,57 σ
2. 162,24 — 151,13 = 11,11 σ
3. 162,24 — 151,16 = 11,08 σ

Aus diesen Differenzen ergeben sich abgerundet die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten:

1. 31,220 m pro Sekunde
2. 29,703 „ „ „
3. 29,783 „ „ „

Das arithmetische Mittel aus diesen Werten beträgt abgerundet 30,235 m in der Sekunde.

II. Versuche am Bein.

Auch hier wurden, und zwar an den vorderen Flächen, am Unterschenkel (unteres Ende), wie am Oberschenkel (ziemlich hoch oben) je zwei Haarpunkte untersucht. An jedem einzelnen wurden 100 Beobachtungen angestellt. Auch hier lagen die Punkte oben wie unten nicht weit von einander entfernt auf der gleichen Querlinie. An der unteren Reizstelle beträgt der Umfang meines Beines 23,5 cm, an der oberen 47 cm.

An den Haarpunkten des Unterschenkels erhielt ich die folgenden Mittelwerte:

1. Punkt: 185,79 σ (mittl. Var. 14,0574)
2. Punkt: 182,73 σ („ „ 14,8446)

Auf dem Oberschenkel fand ich die folgenden:

1. Punkt: 167,64 σ (mittl. Var. 12,9316)
2. Punkt: 165,48 σ („ „ 10,1728)

Hieraus ergeben sich die Differenzen:

1. 185,79 — 167,64 = 18,15 σ
2. 185,79 — 165,48 = 20,31 σ
3. 182,73 — 167,64 = 15,09 σ
4. 182,73 — 165,48 = 17,25 σ

Über das Knie hinweg gemessen, beträgt die Entfernung der unteren Punkte von den oberen 58 cm. Setzen wir auch hier die Entfernung der Nervenstrecke gleich, so ergeben sich folgende auf drei Dezimalstellen abgerundete Werte der Leitungsgeschwindigkeit:

1. 31,956 m pro Sekunde
2. 28,557 „ „ „
3. 38,436 „ „ „
4. 33,623 „ „ „

Das arithmetische Mittel aus allen vier Werten beträgt 33,143 m pro Sekunde.

Nimmt man auch hier die Punkte je oben und unten zusammen und berechnet die Differenz aus den Mittelwerten von je 200 Bestimmungen, so erhält man

$$184{,}26 - 166{,}56 = 17{,}70\ \sigma.$$

Dieser Differenz entspricht eine Leitungsgeschwindigkeit von 32,768 m in der Sekunde.

Stellen wir die berechneten Mittelwerte nochmals zusammen, so erhalten wir eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung für den Arm von

1. 30,609 m pro Sekunde, bei einer Schwankung der Einzelwerte von 25,842 bis 35,106 m pro Sekunde;
2. 30,235 m pro Sekunde, bei einer Schwankung der Einzelwerte von 29,703 bis 31,220 m pro Sekunde;

für das Bein

1. 33,143 m pro Sekunde, bei einer Schwankung der Einzelwerte von 28,557 bis 38,436 m pro Sekunde;
2. 32,768 m pro Sekunde.

Vergleicht man diese Resultate mit den von Helmholtz und Baxt gefundenen, und zieht man ferner in Betracht, dafs die durchlaufene Nervenstrecke des Armes bestimmt länger ist, als die geradlinige Entfernung der Punkte voneinander, so liegt bei der guten Übereinstimmung meiner Werte mit den ihrigen wohl der Schlufs nahe, dafs ein Unterschied in der Geschwindigkeit der motorischen und der sensiblen Nervenleitung beim Menschen, wenigstens in den hier in Rücksicht gezogenen Nervenbahnen nicht gut angenommen werden kann.

Die Weiterführung der Versuche wird in der Weise zu geschehen haben, dafs auch Empfindungspunkte anderer Qualitäten in die Untersuchung hineingezogen werden. Daneben werden noch andere Fragen und Faktoren zu berücksichtigen sein. Über in dieser Richtung fortgesetzte Versuche wird zu geeigneter Zeit weiter berichtet werden.

(Eingegangen am 9. Oktober 1903.)

(Aus der Abteilung für experimentelle Psychologie des physiologischen Instituts der Universität Turin.)

Ein Beitrag zur Frage nach den Reaktionszeiten der Geschmacksempfindungen.[1]

Von

F. Kiesow.

Stellt man unter den Reaktionszeiten, welche v. Vintschgau und Hönigschmied[2] bei verschiedenen Beobachtern auf Geschmacksreize fanden, einen Vergleich an, so fallen die grofsen Beträge auf, um welche die Mittelwerte voneinander abweichen. Man ersieht dies deutlich aus der nachfolgenden Tabelle, die ich der Darstellung v. Vintschgaus in Hermanns Handbuch der Physiologie entnehme,[3] und welche die an der Zungenspitze bei drei Beobachtern gewonnenen Durchschnittswerte in Sek. nach Auslassung aller zweifelhaften Versuche enthält:

	Die Versuche wurden vorgenommen bei		
	H.	Dr. D.	Fu.
Berührung	0,1507	0,1251	0,1742
Chlornatrium	0,1598	0,597	—
Zucker	0,1639	0,752	0,3502
Säure	0,1676	—	—
Chinin	0,2196	0,993	—

[1] Die Arbeit erscheint ebenfalls in den *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei* zu Rom.

[2] M. v. Vintschgau u. J. Hönigschmied: *Pflügers Archiv* **10** S. 1 ff. 1875.

[3] M. v. Vintschgau: Hermanns Handbuch Bd. III 2, S. 205.

Die Anzahl der einzelnen Beobachtungen, aus denen diese Werte gefunden wurden, ist für die auf Geschmacksreize ausgeführten Reaktionen nach der zitierten ausführlichen Mitteilung[1] folgende:

	H.	Dr. D.	Fu.
Chlornatrium	57	17	—
Zucker	56	15	22
Säure	61	—	—
Chinin	64	14	—

Die Unterschiede zwischen diesen Mittelwerten, die die Verfasser für die richtigen halten, sind in der Tat ganz enorme. Sie können nur etwa mit denen verglichen werden, die bei Zeitbestimmungen auf Geruchsreize gefunden wurden, aber sonst pflegen so grofse Verschiedenheiten unter normalen Bedingungen nicht vorzukommen. Auch sind die persönlichen Unterschiede nach den vorliegenden Untersuchungen[2] im letzteren Falle immer noch geringer als im ersteren.

Dafs diese Abweichungen sich nicht aus dem Typus ergeben können, dem die Versuchspersonen angehörten, lehren die Reaktionszeiten, die die Verfasser auf Tastreize erhielten. Hier ist die Zeit bei Dr. D. kleiner als bei H., während die Zeitwerte für Geschmäcke bei ersterem aufserordentlich viel höher liegen als bei letzterem. Ebenso reagiert Fu. auf den Tastreiz langsamer als Dr. D. und doch ist die Reaktionszeit auf Zucker bei Fu. um mehr als 400 σ kürzer als bei Dr. D. Es müssen demnach andere Faktoren gewesen sein, welche diese grofsen Differenzen herbeiführten.

Da ich einen Einblick in diese Verhältnisse zu gewinnen wünschte und es mich aufserdem interessierte, zu erfahren, wie sich die Reaktionszeiten für Geschmacksreize gegenüber dem von L. Lange[3] in Wundts Laboratorium gefundenen Unterschiede der sensoriellen und der muskulären Reaktion verhalten möchten, so habe ich von Herrn Dr. A. Fontana einige Versuche ausführen lassen, bei denen ich selbst Versuchsperson war.

Wir arbeiteten mit einem Applikationsapparat, der durchaus dem ähnlich war, den v. Vintschgau und Hönigschmied be-

[1] Zit. Arbeit S. 42—44.

[2] Vgl. die Angaben bei W. Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie, 5. Aufl., 3, S. 432.

[3] L. Lange: *Philos. Studien* 4 1888, S. 479.

nutzten. Der verwandte Pinsel war weich und wurde abgestutzt. Der Durchmesser seiner Reizfläche betrug, wenn er mit den Geschmacksstoffen getränkt war, ca. 2 mm. Im übrigen war unsere Versuchsanordnung im wesentlichen derjenigen gleich, die ich in der vorhergehenden Mitteilung angegeben habe. Der einzige Unterschied bestand darin, daſs das Signal im Beobachtungszimmer gegeben wurde und der Experimentator ebenso von hier aus ein akustisches Zeichen erhielt, wann er die Uhr in Gang setzen sollte. Was die einzelnen Zeitwerte betrifft, so wurden auch hier nur solche gestrichen, die der Beobachter signalisierte.

Die von uns benutzten Geschmacksstoffe waren wässerige Lösungen von Kochsalz (konzentriert), Rohrzucker (50 %), Salzsäure (0,4 %), und Chininsulfat (konzentriert). Für jeden der Geschmacksstoffe wurden nach voraufgegangener Einübungen 50 Bestimmungen ausgeführt. Gereizt wurde die Zungenspitze. Das Reizfeld betrug bei uns wie bei den genannten anderen Autoren ca. 1 qcm. Reagiert wurde im Momente, in welchem die erste Andeutung der Empfindung im Bewuſstsein erschien. Der Versuchsperson war bekannt, welche Geschmacksreize appliziert wurden.

Bei diesen Versuchen zeigte sich nun, daſs auf Geschmacksreize nur sensoriell reagiert werden konnte, daſs eine muskuläre Reaktion bei dieser Versuchsanordnung gar nicht möglich war. Was ich hierbei beobachtete, ist in den wesentlichen Punkten dem gleich, was Wundt über Reaktionsversuche beschrieben hat, die auf Reize ausgeführt wurden, welche nahe und auf der Schwelle lagen,[1] Beobachtungen, die ich für taktile und akustische Eindrücke, über die ich unlängst gearbeitet habe, durchaus bestätigen kann. Nähert man sich in diesen Empfindungsgebieten durch gradweise Verringerung der Reizintensität allmählich der Schwelle, so wird die muskuläre Reaktion zunehmend erschwert, bis sie zuletzt ganz unmöglich wird und man nur noch sensoriell reagieren kann. Nahe und besonders auf der Schwelle erhält man dann Werte von beträchtlicher Höhe und ebenso eine erhöhte mittlere Variation. So erhielt Wundt aus je 24 Beobachtungen für Schwellenwerte von Schall-, Licht- und Tasteindrücken Werte von **337**, **331** und **327** σ, bei mittleren Variationen von 50, 57 und 32.[2] Man ist hier,

[1] W. Wundt, Grundzüge etc., 5. Aufl., Bd. III, S. 428.

[2] W. Wundt, Grundzüge etc., 5. Aufl., Bd. III, S. 429.

und schon bevor man die Schwelle erreicht, gezwungen, die Aufmerksamkeit ausschliefslich und mit höchster Anspannung auf den erwarteten Eindruck zu konzentrieren, um den Moment des Eintritts der Empfindung ins Bewufstsein nicht zu verfehlen. Zugleich gewahrt man eine grofse Unsicherheit im Reagieren und ebenso beobachtete ich regelmäfsig, dafs mich solche Versuche sehr ermüdeten.

Ganz ähnliche Erfahrungen machte ich nun bei den in Rede stehenden Reaktionsversuchen, nur mit dem Unterschiede, dafs das Erfassen der Empfindung hier noch viel mehr erschwert war. Es ist eine Tatsache, dafs die Geschmacksempfindung, auch wenn sie durch stärkste Reize erzeugt wird, nicht wie z. B. bei intensiven Tast- und Gehörsreizen geschieht, plötzlich einsetzt, sondern dafs sie langsam ansteigt und sich mit einem Minimum ihrer Intensität im Sensorium ankündigt, wobei die einzelnen Qualitäten sich noch wieder verschieden verhalten. Diese minimale Anfangsstufe richtig zu erkennen, ist sehr schwer, und gerade sie ist es, die den Moment bestimmt, in dem reagiert werden soll.

Die an mir selbst angestellten Versuche ergaben nun folgende Werte, die ich dem Protokolle Dr. Fontanas entnehme:

Geschmacksstoff	Ar. Mittel	Mittlere Variation
Kochsalz	307,66 σ	43,3188
Rohrzucker	446,18 σ	32,9956
Salzsäure	536,06 σ	75,9072
Chinin	1081,94 σ	138,7904.

Wie man sieht, sind die Mittelwerte hier alle recht hoch und ebenso ist die mittlere Variation eine zum Teil ganz beträchtlich grofse. Zieht man daher die vorerwähnte vermehrte Unsicherheit im Reagieren in Rücksicht, so würden diese Ergebnisse in der Tat den Erfahrungen entsprechen, die man, wie oben ausgeführt wurde, bei Reaktionen auf Schwellenwerte macht. Ich füge noch hinzu, dafs ich eine ganz aufserordentliche Schwierigkeit und eine besonders grofse Unsicherheit beim Reagieren auf Chinin empfand. Diesem entsprechen dann auch wieder der höhere Mittelwert und die ungewöhnlich grofse mittlere Variation. Im übrigen folgen die Zeitwerte für die einzelnen Qualitäten der Ordnung, die Schirmer [1] für Geschmacksempfindungen

[1] R. Schirmer: Deutsche Klinik 1859, XI, Nr. 13. 15. 18. Nonnullae

an der Zungenspitze aus Mischungsversuchen schon vor nahezu 50 Jahren feststellte, und die ich auch in den Mittelwerten des Beobachters Dr. D. der v. VINTSCHGAUschen Tabelle (zum Teil auch in der des Beobachters H.) wiederfinde.

Als wir nach Beendigung der an mir aufgenommenen Reihen die Rollen vertauschten und Dr. FONTANA als Versuchsperson fungierte, fanden wir auch bei ihm sehr hohe Zeitwerte. Wegen Mangels an Übung waren sie aber sehr unregelmäſsig, so daſs ihre Mitteilung weiter keinen Zweck hat. Ich beschränke mich daher auf diese Angabe im allgemeinen und füge nur noch hinzu, daſs auch seine sonstigen Erfahrungen mit den meinigen durchaus übereinstimmten.

Teilt man nun die Beobachter v. VINTSCHGAUS und HÖNIGSCHMIEDS nach ihren Reaktionszeiten für Geschmäcke in Gruppen ein, so würde H. mit seinen kurzen Zeiten zu einer ersteren und es würden Dr. D. und FU. mit ihren langen zu einer zweiten gehören. Dieser letzteren würden auch FONTANA und ich selbst zuzuzählen sein. Aber damit finden wir uns aufs neue vor die Notwendigkeit gestellt, nach der Ursache zu suchen, die diese groſsen Unterschiede zwischen den Zeitwerten der beiden Gruppen bewirkt haben können.

Es wurde gesagt, daſs sie aus dem Typus nicht folgen und nach dem Vorstehenden braucht hierauf nicht weiter eingegangen zu werden. Man könnte aber an anatomisch-physiologische Bedingungen denken, wie etwa daran, daſs die Verteilung der Endorgane innerhalb des Reizfeldes individuell verschieden war. Daſs hieraus Unterschiede zwischen den Zeitwerten erwachsen können, ist ohne weiteres gewiſs, wie sich denn solche innerhalb der Beobachter der zweiten Gruppe tatsächlich finden. Aber so groſs die Abweichungen auch noch sein mögen, so sind Zeiten wie die an Dr. D. und mir selbst gefundenen doch eher untereinander vergleichbar. Da ich nun aus anderen Bestimmungen weiſs, daſs ich selbst über ein durchaus normales Geschmacksorgan verfüge, so wird es mir schwer zu glauben, daſs die geradezu kolossalen Differenzen zwischen den Werten von H. und denen aller anderen Beobachter ausschlieſslich auf solche Ursachen zurückzuführen seien.

---

de gustu disquisitiones. Diss. inaug. Gryphiae 1856. M. v. VINTSCHGAU, zit. Arb. in HERMANNS Handb., S. 157 u. 204.

Bei einem Versuche, hierfür eine Erklärung zu finden, möchte ich vor allem darauf hinweisen, daſs man es bei Reaktionsversuchen, wie die in Rede stehenden, nicht mit einfachen, sondern mit komplizierteren Vorgängen zu tun hat.

Bei der groſsen Empfindlichkeit der Zungenspitze für Tasteindrücke empfindet man die Berührung mit dem Pinsel recht intensiv. Dieser Eindruck ist ferner andauernd und obwohl man die Aufmerksamkeit auf den erwarteten Geschmackseindruck einstellt, drängt sich jener dem Bewuſstsein doch dermaſsen auf, daſs die Aufgabe der Reagenten schlieſslich darin besteht, die erste minimale Andeutung der Geschmacksempfindung von dem Tasteindruck zu unterscheiden.

Es sei ferner daran erinnert, daſs, bevor die Qualität eines Geschmacksstoffes erkennbar wird, häufig eine Empfindung auftritt, die wohl im allgemeinen als Geschmackseindruck klassifiziert werden kann, von der man aber nicht die Qualität anzugeben vermag.

Endlich sei hervorgehoben, daſs die einzelnen Geschmäcke von Eindrücken begleitet sind, die ich früher kurzweg als Tasteindrücke bezeichnet habe, die ich aber nach fortgesetzter Beobachtung zum Teil auf Erregungen frei endigender Nervenfasern zurückzuführen und somit für eine Spezifität der Schmerzempfindung zu halten geneigt bin. (Es sei nur an die Begleiterscheinungen der durch Säuren erzeugten Empfindung erinnert.) Wie diese letztgenannten Empfindungen bei Schwellenbestimmungen bereits früher als die Geschmacksempfindung auftreten können, so werden sie auch wohl in Fällen wie die vorliegenden ihre Wirkung zeigen. Sie sind auſserdem bei den einzelnen Geschmäcken noch verschieden und, wie man bei Schwellenbestimmungen bemerkt, zuweilen derart, daſs sie infolge assoziativer Einflüsse die noch nicht vorhandene Geschmacksempfindung bereits erraten lassen. Ich behaupte nicht, daſs dies immer geschieht, aber ich bemerke, daſs ich diese Beobachtung mehrfach gemacht habe.

Wenn man nun bedenkt, daſs auch den Beobachtern der genannten Autoren die applizierten Geschmacksstoffe bekannt waren, so dürfte es nicht ohne weiteres zurückzuweisen sein, daſs die hervorgehobenen Faktoren auf die Reaktionszeiten eingewirkt haben können.

Daſs nun der erste dieser Faktoren bei den Versuchen

v. VINTSCHGAUS und HÖNIGSCHMIEDS tatsächlich mitgewirkt hat, scheint mir aus den Mittelwerten hervorzugehen, die die Verfasser bei Dr. D. erhielten, als dessen vorderste rechte Pap. circumvallata gereizt wurde. Diese Werte waren: [1]

Berührung:	0,1409
Chlornatrium:	0,543
Zucker:	0,552
Chinin:	0,502

Hier ist entsprechend der geringeren Tastempfindlichkeit des Zungengrundes die Reaktionszeit für den taktilen Eindruck verlängert, dafür aber die für die Geschmäcke verkürzt. Für die Bitterempfindung folgt dies aus der gröfseren Empfindlichkeit des Zungengrundes für Bitterstoffe, nicht aber für die übrigen Geschmacksempfindungen. Denn für süfse Geschmacksstoffe besitzt die Zungenspitze die gröfste Empfindlichkeit und doch ist die Reaktionszeit für Zucker am Zungengrunde um 200 σ kürzer als am Zungenspitze. Ebenso wird Salz auf allen Schmeckflächen der Zunge annähernd gleich empfunden und doch ist auch für diese Substanz die Zeit am Zungengrunde immer noch um 54 σ kürzer als an der Zungenspitze. Dies letztere kann auf Zufälligkeit beruhen, aber die gröfsere Zeitverkürzung dürfte wohl kaum anders erklärt werden können, als, wie oben hervorgehoben wurde, durch den Einflufs, den der Tasteindruck auf die Reaktion ausübte.

Dafs infolge der zweiten der vorerwähnten Faktoren die Reaktion, ohne dafs der Reagent sich dessen bewufst wird, zu früh erfolgen kann, bedarf keines Beweises. Diese Vorstufe der zu erwartenden Qualität darf aber nicht mit Fällen verwechselt werden, in denen bei der gegebenen Versuchsanordnung die Empfindung sich schon aus physiologischen Ursachen überhaupt nicht voll entwickelt. In solchen Fällen kann eine Verlängerung der Reaktionszeit eintreten. Wie man aus den von den Autoren mit grofser Sorgfalt zusammengestellten Beobachtungen des Dr. D. ersieht, können auf diese Weise Zeitwerte bis zu „ungefähr 7 Sekunden“ vorkommen. Diese Tabellen sind sehr wertvoll. Sie bestätigen voll und ganz, was ich oben über die Unsicherheit im Reagieren auf Geschmacksreize, besonders auf Chinin ausgeführt habe.

Dafs schliefslich auch der letzte der oben aufgezählten Fak-

[1] Zit. Arbeit, S. 205.

toren unbewufst einen verkürzenden Einflufs auf die Reaktionszeit ausüben kann, braucht ebenfalls nicht weiter gezeigt zu werden.

Fasse ich alle Erfahrungen zusammen, die ich bei diesen Beobachtungen gewonnen habe, so entsteht in mir die Neigung, die längeren Reaktionszeiten der bisher vorliegenden Untersuchungen im allgemeinen für die richtigeren zu halten. Bei der Betrachtung der sehr kurzen Zeitwerte des Beobachters H. steigt bei mir die Vermutung hoch, dafs seine Reaktionen aus einem oder dem anderen Grunde unabsichtlich doch zu früh erfolgten. Es leuchtet z. B. schwer ein, dafs der Unterschied zwischen den Zeitwerten für Tasteindrücke und für Kochsalz auf der Zungenspitze nur 0,0091 Sekunden betragen sollte. Ich finde ferner die Differenzen zwischen den Zeiten für Kochsalz, Säure und Zucker bei H. nicht auffallend genug, um daraus das Schirmersche Gesetz zu erkennen. Man kann darin höchstens eine Andeutung desselben erblicken, aber man würde wohl kaum wagen, es daraus abzuleiten, wenn es nicht vorher bekannt gewesen wäre. Etwas deutlicher tritt es aus einigen Beobachtungen von H. hervor, wenn man statt der korrigierten Mittelwerte die Gesamtmittel in Rücksicht zieht. Diese sind:[1]

Chlornatrium:	0,1737
Zucker:	0,1845
Säure:	0,1882
Chinin:	0,2581

Aber auch hier sind z. B. die Unterschiede zwischen den Zeiten für Zucker und Säure nicht grofs genug, als dafs sie nicht wie die der korrigierten Werte auch auf Zufälligkeiten zurückzuführen wären. Die Verfasser haben diesen letzteren Umstand selbst auch schon erwogen.[1] Deutlich erkennt man dieses Gesetz bei den korrigierten Werten an H. nur aus dem Unterschiede der Zeitwerte für Chinin und die übrigen Substanzen. Man braucht aber nicht erst Reaktionsversuche anzuführen, um festzustellen, dafs Bitterstoffe auf der Zungenspitze viel später empfunden werden, als die übrigen schmeckbaren Substanzen. Viel deutlicher prägt sich das Schirmersche Gesetz dagegen in den drei Mittelwerten des Dr. D. und in meinen eigenen aus.

Mit der Vergröfserung der Reizfläche werden sich die Zeitwerte bis zu einem gewissen Grade verringern, wie sie anderer-

[1] Zit. Arbeit, S. 30.

seits wachsen werden, wenn man jene noch verkleinern würde. Ebenso werden sich die Zeiten bei Abschwächung der Reizintensität verlängern. Trotz der Exaktheit der Methoden aber, über welche die neuere Forschung gebietet, werden bei der mehrfach hervorgehobenen Unsicherheit im Reagieren auf Geschmacksreize die persönlichen Unterschiede hier wohl immer noch gröfser bleiben, als die, welche man bisher bei Reaktionen auf Gesichts-, Gehörs- und Tastreize fand.

Vielleicht sind es Faktoren ähnlicher Art gewesen, die bei der Ermittelung der Zeitwerte zusammengewirkt haben, welche bei Reaktionen auf Geruchsreize gefunden wurden, wenn nicht gar, wie WUNDT vermutet, die Differenzen hier zum Teil schon durch die äufseren Versuchsbedingungen gegeben sind, welche letzteren in diesem Gebiete auch kaum frei von Fehlerquellen sein dürften.[1] Dafs auch bei Schwellenbestimmungen von Geruchsempfindungen ein Vorstadium auftritt, in dem die Qualität noch nicht erkannt wird, ist unlängst von ZWAARDEMAKER gezeigt worden.[2]

Für geleistete Assistenz bei diesen Versuchen gebührt Herrn stud. med. MOLINARIO ein aufrichtiger Dank.

[1] W. WUNDT, Grundzüge etc., 5. Aufl., Bd. III, S. 432.

[2] H. ZWAARDEMAKER, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Physiol. Abt. 1903, S. 42—56.

(*Eingegangen am 9. Oktober 1903.*)

Literaturbericht.

J. H. Bair. **The Practice Curve. A Study in the Formation of Habits.** *Psychol. Review*, Mon. Suppl. 5 (2), Nr. 19. 70 S. 1902.

Verf. gibt eine kurze geschichtliche Darstellung des Problems. Beiträge zur Kenntnis der Gesetze der Übung sind zu finden in den Gedächtnisuntersuchungen von Ebbinghaus und Müller und Schumann, in Münsterbergs Untersuchung der Umlernung einfacher automatisch gewordener Handlungen, Bergströms Arbeit über Assoziationen, die nach einer etwas ähnlichen Methode angestellt sind wie die des Verf., in der Untersuchung von Bryan und Harter über die Aneignung der Telegraphensprache, etc. Die vom Verf. angewandte Methode bestand darin, daſs eine Reihe von Reizen dargeboten wurde, worauf in bestimmter Weise zu reagieren war, daſs dann die Reihe geändert wurde, dann die ursprüngliche Reihe wieder aufgenommen wurde, und so fort. Eine Blickensderfer Schreibmaschine war so eingerichtet, daſs beim Niederdrücken der Tasten eine Reihe von Farben oder Buchstaben hinter einem Schlitz sich vorbeibewegte, so daſs zu jeder Zeit eine einzige Farbe oder ein Buchstabe exponiert war. Auf die Tasten der Maschine waren Kappen aufgesetzt, die die entsprechenden Farben oder Buchstaben trugen. Die Aufgabe bestand darin, auf eine Reihe von Reizen, wie sie in dem Schlitz erschienen, schnell und korrekt durch Niederdrücken der entsprechenden Tasten zu antworten.

Ein wichtiges Ergebnis der Untersuchung ist, daſs die Einübung einer Reihe nicht hindernd auf die Einübung einer neuen Reihe einwirkt, wie es von Bergström behauptet worden war. In den Versuchen wurde eine Reihe ebenso leicht erlernt, wenn eine andere Reihe vorher gelernt war, als wenn dies nicht der Fall war. Wenn eine Reihe von Reaktionen nur ein einziges Mal oder wenige Male geübt worden ist, so wirkt dies allerdings hindernd auf die Erlernung einer neuen Reihe ein. Wenn jedoch eine beträchtliche Einübung der ersten Reihe stattgefunden hat, so ist ein negativer Einfluſs auf die Erlernung einer neuen Reihe nicht festzustellen. Im Gegenteil macht fortgesetzte spezielle Übung das Individuum zur schnellen Erlernung verschiedener Tätigkeiten derselben Art fähiger. Die Ergebnisse Bergströms erklärt Verf. durch Hinweis auf die Tatsache, daſs wir neue Tätigkeiten einer gewissen Art nur ungern lernen, nachdem wir

einmal andere Tätigkeiten derselben Art erlernt haben; die Vermehrung der Fehler ist daher verursacht durch Indisposition der Versuchsperson.

Verf. weist hin auf die Übereinstimmung seiner Versuche mit den Erfahrungen des täglichen Lebens, z. B. die Aneignung verschiedener Rollen durch einen Schauspieler, die Gewöhnung an gänzlich verschiedene Sitten im Falle eines Reisenden, der oft mit verschiedenen Nationalitäten zusammenkommt, etc. Schliefslich sucht er diese Tatsachen mit den Gesetzen der Funktion des Nervensystems in Übereinstimmung zu bringen, so weit dies gegenwärtig möglich ist.

Max Meyer (Columbia, Missouri).

M. Gallemaerts. **Les centres corticaux de la vision après l'énucléation ou l'atrophie du globe oculaire.** *Bulletin de l'acad. roy. de méd. de Belgique* 1—49. Bruxelles 1902.

Verf. hat in fünf Fällen Gelegenheit gehabt, die Hirnrinde von Menschen nach der Enukleation oder der Atrophie eines Augapfels histologisch zu untersuchen. Die geringste Zeit, die zwischen dem Verlust des Auges und der Untersuchung des Gehirns verstrichen war, betrug allerdings 8 Jahre.

Nach einseitiger Enukleation war die Zahl der Rindenzellen in bestimmten Partien des Hinterhauptslappens (die gleich im einzelnen zu nennen sein werden) auf beiden Hirnseiten vermindert, was Verf. im Sinne der Annahme partieller Optikuskreuzung gegen v. Michel verwertet. Entsprechend der meist gröfseren Stärke des gekreuzten Faserzuges ist die Schädigung der gekreuzten Seite erheblicher.

Die Untersuchungen des Verf. gestatten eine Einengung der zum Sehakt wahrscheinlich in Beziehung stehenden Rindenpartien. Lobus fusiformis und Gyrus angularis lassen sich auf diese Weise aus der „Sehsphäre" ausschliefsen. Im Gyrus angularis waren nur in einem vereinzelten Fall Veränderungen nachweisbar.

Die deutlichsten und konstantesten Atrophieerscheinungen finden sich im Lobus lingualis und im Cuneus, und zwar besonders deutlich in der Nachbarschaft der Fissura calcarina. Da diese wie die Rolandosche und Sylviussche Furche eine primäre Furche ist, sieht Verf. in seinem Befunde der Einengung der Sehsphäre um die Fissura calcarina eine Bestätigung des Henschenschen Satzes, dafs alle sensorischen Regionen der Hirnrinde in und an den primären Furchen liegen, so wie die Hörsphäre um die F. Sylvii und die Fühlsphäre um die Zentralfurche.

Um den Einwand zu entkräften, dafs diese Lokalisation für eine so wichtige Funktion eine zu enge sei, weist Verf. darauf hin, dafs die an jenen Stellen mefsbare Oberfläche immerhin 18 cm^2 beträgt, ungerechnet die feineren Fältelungen; die Retinafläche mifst dagegen nur 750 mm^2.

Die Zellen, die bei den in Rede stehenden Entartungsvorgängen am meisten leiden, sind die der äufseren Schicht benachbarten der oberflächlichen „molekularen" Schicht. Die kleinen Pyramidenzellen verschwinden in grofser Zahl, weniger die grofsen, noch weniger die mittleren Pyramidenzellen. Immer ist die Zahl der Zellen in der vierten (dritten Monakowschen)

Schicht vermindert. Wo die degenerativen Prozesse ihren Anfang nehmen und wie sie sich innerhalb der Hirnrinde fortpflanzen, darüber geben die untersuchten alten Fälle keine Auskunft.

Der GENNARIsche oder VICQ D'AZYRsche Streifen kann nicht als ein ausschliefslich im Dienste der Sehfunktion stehendes Gebilde betrachtet werden. W. A. NAGEL (Berlin).

C. BAUMANN. **Beiträge zur Physiologie des Sehens.** *Pflügers Archiv* **91**, 353—359. 1902.

C. BAUMANN. **II. Beiträge zur Physiologie des Sehens.** *Pflügers Archiv* **95**, 357—367. 1903.

I. Es werden Beobachtungen über das Sehen bei verschiedener Refraktion beider Augen (eines ist kurzsichtig, das andere früher normale jetzt weitsichtig) mitgeteilt. Bei binokularem Sehen wird die ungleiche Schärfe beider Bilder nicht bemerkt. Wird die ungleiche Refraktion korrigiert, wonach beide Augen scharfe aber nicht ganz gleichgrofse Bilder sehen, so tritt Schmerzempfindung in den Augen ein. — Die Erscheinung des Glanzes, welcher auch mit einem Auge wahrzunehmen ist, wird auf Grund von Versuchen an Spiegeln darauf zurückgeführt, dafs auf dieselbe Netzhautstelle zwei Bilder fallen, welche verschiedene Einstellung des Auges erfordern. — II. Auch stereoskopische Versuche mit qualitativ verschiedenem Licht führen Verf. zu der Anschauung, dafs der Glanz auf gleichzeitiger Einwirkung zweier Bilder beruht, welche in verschiedenen Ebenen liegen. Näheres hierüber, sowie über weitere Beobachtungen ist dem Original zu entnehmen. W. TRENDELENBURG (Freiburg i. Br.).

L. MATTHIESSEN. **Über aplanatische Brechung und Spiegelung in Oberflächen zweiter Ordnung und die Hornhautrefraktion.** *Pflügers Archiv* **91**. 1902.

MATTHIESSEN beweist folgende Theoreme: 1. Wenn bei einer beliebigen Rotationsfläche zweiter Ordnung ein gespiegeltes unendlich dünnes Strahlenbündel entweder direkt oder in seiner Verlängerung durch einen Fokus geht, so ist die Brechung aplanatisch. 2. Wenn bei einer beliebigen Rotationsfläche zweiter Ordnung ein gebrochenes Strahlenbündel eines entfernten leuchtenden Punktes durch einen Fokus geht, so ist die Brechung aplanatisch. 3. Wenn die vorerwähnten Strahlenbündel nach ihrer Spiegelung oder Brechung in einer ebenen Kurve oder Rotationsfläche durch einen festen Punkt gehen, so ist die Kurve ein Kegelschnitt oder die Rotationsfläche eine Fläche zweiter Ordnung und der feste Punkt ein Fokus. 4. Die beiden Hauptmeridiane eines dreiachsigen Ellipsoides sind aplanatische Kurven für Strahlenflächen in jenen Ebenen und zwar der schwächer gekrümmte für bestimmte, endlich entfernte peripherische monokulare Horopter aufserhalb des Ellipsoides, der stärker gekrümmte für endlich entfernte peripherische Horopter innerhalb des Ellipsoides.

Es ergibt sich, dafs die elliptische Krümmung der Hornhaut, welche sich als Folge des intraokularen Druckes darstellt, für den Strahlengang im direkten Gesichtsfelde bedeutungslos ist, dafs aber eine aplanatische Wirkung auf das ganz übrige recht grofse seitliche Gesichtsfeld vorhanden ist. H. PIPER (Berlin)

W. Thorner. **Über katadioptrische Erscheinungen im Auge.** *Charité-Annalen* XXVII. Jahrg. 11 S. 1903.

Ohne die gleichlautende und bereits vor einem Jahrzehnt veröffentlichte Beobachtung Tschernings zu kennen, teilt Th. Versuche über das Sichtbarwerden des hinteren Linsenbildchen bei Naheakkommodation des emmetropischen (nicht presbyopischen) Auges mit. Es ist von Interesse, daſs nicht nur die Beobachtung der Erscheinung, sondern auch ihre Erklärung von Th. vollständig selbständig gefunden und genau so beschrieben wird, wie Tscherning es tut. Fixiert man, im Dunkelzimmer sitzend, die 20 cm vor dem Auge befindliche Fingerspitze, unterhalb deren eine helle und nach vorn strahlende Lichtquelle aufgestellt ist, so erblickte man oberhalb vom Finger ein neues schwächeres Bild des Lichtes. Da es nur bei einem Zustand hochgradiger Naheakkomodation gut sichtbar ist, liegt die Annahme nahe, daſs es sich um das Sichtbarwerden des hinteren Linsenbildchens, welches sich an der Vorderfläche der Hornhaut spiegelt, handelt. Gestützt wie diese Ansicht sowohl durch dioptrische Überlegungen, wie durch Versuche mit rotem und grünem Licht, von deren näherer Beschreibung hier abgesehen werden muſs, welche indessen beweisen, daſs das fragliche Bild nicht primär im Augenfundus abgebildet wird. Da das Bild als umgekehrtes gesehen wird, kommen von den vorderen und hinteren Linsenbildchen nur die hinteren noch in Frage; so ist per exclusionem die einzig zulässige Deutung, zu den auch Tscherning kam, gewonnen. H. Piper (Berlin).

Leiser. **Luft- und Knochenleitung.** *Arch. f. Ohrenheilk.* 55 (1902), 147—151.

Die in der Praxis üblichen Vergleiche zwischen Luft- und Knochenleitung unterwerfen, wie der Verf. mit Recht betont, die eine und die andere erheblich verschiedenen Bedingungen. Für die Luftleitung pflegt man den tönenden Körper möglichst nahe vor den Gehörgang zu halten; bei der Knochenleitung bleibt gewöhnlich die Länge des Schallweges (bis zur Schnecke) auſser Betracht. Die von Leiser vorgeschlagenen Entfernungsmaſse bedürfen freilich wiederum zweier Modifikationen zugunsten der Luftleitung. Er vernachlässigt für diese die ganze Länge des schallleitenden Apparates im Kopfe, indem er die Entfernung jeweils nur bis zur Ohrmuschel berechnet. Und andererseits, bei der auf den Schädel aufgesetzten Stimmgabel miſst er die Entfernung von den beiden Zinkenenden, statt vom Ende des Stieles an. Allerdings schwingt der Stiel in anderer Form als die Zinken; er schwingt vor allem weniger intensiv, und das Verhältnis der beiden Intensitäten ist noch nicht genauer ermittelt.

Die leicht nachzuprüfenden, richtigen Beobachtungen des Verf. rechtfertigen noch keineswegs sein Hauptergebnis, wonach allgemein „die Knochenleitung der Luftleitung weit überlegen“ sei. Die Versuche wurden nur mit sehr tiefen Tönen angestellt. Es müſste ferner unterschieden werden zwischen unmittelbarer Knochenleitung zum Labyrinth und osteotympanaler Leitung. Diese hat für tiefe Töne eine viel gröſsere Bedeutung als für hohe. Endlich sind Luft- und Knochenleitung keine ausschlieſsenden Gegensätze. Es kann sich immer nur um ein Überwiegen

der einen oder der anderen handeln. Auch bei der gewöhnlichen Schallzuführung, durch die Luft, schwingen die Schädelknochen, mehr oder weniger energisch, mit. Leiser versteht unter Knochenleitung nur die (von Schaefer sog.) künstliche, wobei der tönende Körper auf den Knochen aufgesetzt wird. Aber jede Lösung dieses unmittelbaren Kontaktes, jede noch so dünne Zwischenschicht aus Luft ändert alle Verhältnisse zugunsten der normalen Luftleitung, d. h. derjenigen, wobei die Tonquelle annähernd in der Richtung des Gehörganges liegt. — Die Erscheinung des Weberschen Versuches: dafs eine an den Schädel gesetzte Gabel mit verstopftem Ohre besser gehört wird, erklärt der Verf. (wie Lucae) durch Resonanz des verschlossenen Gehörganges; eine solche kann allerdings nur für bestimmte (tiefere) Tonhöhen herangezogen werden. Bei gewissen Mittelohrerkrankungen vernimmt das erkrankte Ohr tiefe, durch Knochen zugeleitete Töne auch dann verstärkt, wenn der Gehörgang offen bleibt. Für diese Fälle nimmt Verf. eine Hyperämie und erhöhte Reizbarkeit des Labyrinthes an. Dafs gleichzeitig die Luftleitung behindert ist, erklärt er durch die krankhaften Dämpfungen im Mittelohre.

F. Krueger (Leipzig).

J. Zenneck. **Reagieren die Fische auf Töne?** *Pflügers Archiv* **95**, 346—356. 1903.

Von früheren Untersuchungen sind diejenigen als nicht beweisend auszuschliefsen, bei denen sich der tongebende Körper ganz aufser Wasser befand, da die hierbei in das Wasser übergehenden Tonwellen nur minimale Intensität besitzen. Da die übrigbleibenden Versuche, welche negativ ausfielen, unter ungünstigen Bedingungen angestellt wurden, schien eine Nachprüfung erforderlich. Als Tonquelle diente eine elektromagnetisch betriebene Glocke, die im Wasser befindlich von einem Eimer zur Verhinderung der Verbreitung von mechanischen Schwingungen umgeben war. Die Versuche, welche an freilebenden Flufsfischen (Leuciscus rutilus und dobula, Alburnus lucidus) angestellt wurden, zeigten, dafs die Tiere, welche von der Glocke bis zu 8 m entfernt waren, beim Läuten fortschwammen die näheren schneller wie die entfernteren. Würde die Glocke an der Stelle, an welcher der Klöppel auftrifft, mit einem Lederlappen belegt, so dafs die Tonschwingungen wegfielen und nur etwaige mechanische Schwingungen vorhanden sein konnten, so fehlte die Reaktion. Der Einflufs von etwa vorhandenen „Stofsschwingungen", welche bei Stimmgabeln anfänglich auftreten, konnte an der Glocke nicht direkt untersucht werden, da nicht hinreichend deutliche Schwingungskurven erhalten wurden. Da aber bei gedämpften Stimmgabeln die Stofsschwingungen gleiche Form und Amplitude haben, wie bei ungedämpften, so ist unter der Voraussetzung, dafs die Verhältnisse bei der Glocke ebenso liegen, anzunehmen, dafs die Stofsschwingungen nicht die Ursache der Reaktion sind.

W. Trendelenburg (Freiburg i. Br).

E. v. Cyon. **Beiträge zur Physiologie des Raumsinns. III. Teil: Täuschungen in der Wahrnehmung der Richtungen durch das Ohrlabyrinth.** *Pflügers Archiv* **94**, 139—250. 1903.

In vorliegender Abhandlung ist die ausführliche Mitteilung der schon

früher in ihren wichtigsten Ergebnissen beschriebenen Untersuchungen (Ref. s. *diese Zeitschrift* 31, 301) niedergelegt. Im folgenden sei versucht, die hauptsächlichsten Punkte der inhaltreichen Arbeit wiederzugeben, wobei zur Ergänzung auf erwähntes Referat hingewiesen sei. Die verwendete graphische Methode bestand in der Aufzeichnung von Linien mittels Bleistift und Lineal auf vertikal- resp. horizontal befestigte Papierblätter. Sinn und Gröſse der Täuschungen in den Grundrichtungen, sowie die Beziehung der Täuschung in der einen Grundrichtung zu denen in den anderen lieſsen sich so feststellen. Die Versuche wurden bei verbundenen Augen der Versuchsperson im völlig dunklen Raum angestellt. Bei aufrechter Kopf- und Körperhaltung treten zweierlei Täuschungen auf (persönliche Fehler): entweder weichen beide Richtungen von der normalen ab, ihre Kreuzungswinkel sind aber kaum von 90° verschieden, oder die Kreuzungswinkel weichen von der Norm ab, während eine Richtung genau wiedergegeben wird. Es liegen hierbei individuelle Verschiedenheiten vor, ungeübte Zeichner zeigen den ersten Typus, geübte den zweiten. Während bei ersteren die Differenzen in den Winkelgröſsen „wirklich als Anzeichen über die Natur der individuellen anatomischen Abweichungen in dem Baue der beiden Bogengangapparate" gelten können, sind geübte Zeichner gewohnt, durch den Gesichtssinn diese Fehler zu korrigieren; bei Ausschluſs desselben gelingt ihnen die Korrektion für die Vertikale, bei der Horizontalen tritt hingegen durch das Bestreben der Korrektion sogar eine Verstärkung des Fehlers auf. Bei Untersuchung der Täuschungen in der Wahrnehmung der vertikalen und horizontalen Richtungen bei Drehungen des Kopfes um seine sagittale Achse wurde zur Wahrung der Unbefangenheit der Versuchsperson auf eine Messung der Kopfdrehung verzichtet. Auch hat der Grad der Kopfdrehung keinen Einfluſs auf den Sinn, nur einen geringen auf die Intensität der Täuschung. Die Vertikale erscheint entgegengesetzt der vertikalen, die Horizontale entgegengesetzt der transversalen Kopfachse geneigt. Der Kreuzungswinkel weicht nur wenig von 90° ab, worin sich wieder das Bestreben zur Einhaltung des rechten Winkels zeigt. Bei einer Versuchsperson (G.) war der Sinn der Täuschung in der Vertikalrichtung immer entgegengesetzt, wie oben angegeben, in der Horizontalrichtung wie bei den anderen. Die gleiche Abweichung zeigte G. bei Beobachtung des Aubertschen Phänomens, der Bestimmung der Herkunft des Schalles etc. (s. u.). Drehungen des Kopfes um seine vertikale und horizontale Achse: Bei ersterer weichen die vertikalen Linien nur wenig von der normalen Richtung ab. Die Horizontale weicht bei Linksdrehung in demselben Sinne ab, wie bei aufrechter Kopf- und Körperhaltung, bei Rechtsdrehung entgegengesetzt. Dies beruht aber zum Teil auf dem „persönlichen Fehler", zum Teil auf unbequemer Linealführung, so daſs die Täuschung in der horizontalen Richtung, wenn überhaupt vorhanden, nur gering ist. Auch bei Drehungen um die transversale Achse sind kaum Täuschungen vorhanden. Täuschungen in den sagittalen und transversalen Richtungen (Zeichnung auf horizontal befestigtem Papierblatt): Während bei mäſsigen Kopfdrehungen um die sagittale Achse (bis 45°) der bei aufrechter Kopf-

haltung vorhandene Fehler nur wenig gesteigert wird, scheint bei stärkeren Kopfdrehungen die Täuschung in der Sagittalrichtung dem Sinne nach gleich derjenigen in der Vertikalrichtung zu sein, welche bei Drehung des Kopfes um die gleiche Achse auftritt. Bei den ausgiebigen Kopf- (und Rumpf-)Neigungen ist aber nicht ausgeschlossen, dafs die Versuchsperson unwillkürlich die vertikale Richtung aufzeichnet. Einflufs der Augenstellungen auf die Täuschungen der Richtungswahrnehmung: zwei Augenstellungen wurden geprüft, Wendung der Augen nach unten zur gleichen Seite wie der Kopf, und die nach oben zur entgegengesetzten Seite. Der Sinn der Täuschung wird nicht geändert, die Stärke nur bei der horizontalen (transversalen) Richtung; die Abweichung war stärker bei der zweiten wie bei der ersten Augenstellung. Auf die anderen Richtungen scheint kein Einflufs der Augenstellungen vorhanden zu sein. Auf Einflufs von Schallerregungen liefsen sich die grofsen Schwankungen der Täuschungen bei der Versuchsperson G. zurückführen, indem dieselben nach längerem Violinspielen abnorm intensiv waren, dabei unverändert dem Sinne nach; hauptsächlich weicht die Horizontale ab. Auch nach Anhören eines längeren Konzertes treten die Veränderungen auf, welche, wenn auch weniger stark, an anderen Personen ebenfalls konstatiert wurden. Die Versuche zeigen, „dafs die Vestibularnerven, welche die Richtungsempfindungen erzeugen, durch Schallwellen erregt werden können." Auch die Wahrnehmung der Schallrichtungen unterliegt Täuschungen bei Kopfdrehungen. Erfolgen diese um die sagittale Achse, so schien sich die Tonquelle (schwingende Stimmgabel) in einer der Kopfdrehung entgegengesetzten Richtung zu bewegen. Nur bei Versuchsperson G. trat wieder das erwähnte abweichende Verhalten ein. Bei Kopfdrehung um die vertikale Achse entsteht eine analoge Täuschung geringeren Grades. Die Täuschung der Schallrichtungsempfindung unterliegt ebenfalls dem Einflufs längerer Schallerregungen. In diesen Befunden sieht Verf. eine Bestätigung, dafs die Täuschungen in der Wahrnehmung der Richtungen im dunklen Raume geradeso wie unzweifelhaft die Täuschungen in der Schallrichtung auch vom Ohrlabyrinth abhängen. Die Täuschungen der Richtungswahrnehmung der entotischen Geräusche sind bei Kopfdrehungen analog wie bei den Versuchen mit der schwingenden Stimmgabel. Zu Versuchen über die Aubertsche Täuschung führte weiterhin die Analogie zwischen diesen und den vom Verf. untersuchten Täuschungen. Während bei Verf. und einer anderen Versuchsperson die vertikale Linie in der gewöhnlichen Weise der Kopfneigung entgegengesetzt erschien, war bei G. die Schiefstellung der vertikalen Linie der Kopfstellung gleich gerichtet. Die Aubertsche Täuschung fehlt, wenn der Kopf zwar zur vertikalen Linie um 90° geneigt ist, aber gleichzeitig der Gesamtkörper mit ihm gleichgerichtet ist; sie tritt sofort wieder auf, wenn bei unveränderter Kopflage die Längsachse des Rumpfes senkrecht zur Kopfachse gebracht wird. Auch die Aubertsche Täuschung kann durch vorhergehende Schallerregung verstärkt werden. Täuschungen in der Wahrnehmung der Parallelrichtung (bei Vorwärtsbewegung des Körpers): Beim Gehen im dunklen Raum erscheinen feste Gegenstände, deren Stellung zur Richtung der Bewegung bekannt ist, verstellt. Nähert man sich z. B. einem Tisch von

links, so scheint er mit der transversalen Achse des Beobachters einen nach links offnen Winkel zu bilden, nach rechts bei Annäherung von rechts. Bei senkrechter Annäherung ist die Täuschung nur gering. Die Stellung des Kopfes ist für die Täuschung entscheidend. Wegen geringer Abweichungen von der intendierten Bewegungsrichtung im Dunklen gelangt man meist etwas schräg vor den Gegenstand, z. B. die Tischkante, glaubt aber, die beabsichtigte Parallelstellung zu derselben einzunehmen; da die Tastempfindungen lehren, dafs die Kante der Körpertransversalen nicht parallel ist, wird geschlossen, dafs der Tisch verschoben sei. Die Empfindung des Parallelismus wird bezogen auf den sagittalen Bogengang der einen, und den vertikalen der anderen Seite, welche einen sehr vollkommenen Parallelismus aufweisen. — Verf. führt die im dunklen Raum bei Kopfdrehungen entstehenden Richtungstäuschungen auf die Verstellung der Ebenen der drei Bogengangpaare zurück. Die konstantesten Richtungstäuschungen erscheinen bei Drehung des Kopfes um seine sagittale Achse (stärkste Verstellung). Die Täuschungen in der horizontalen Richtung sind am häufigsten. Die Verstärkung der Richtungstäuschungen durch Schallerregungen des Ohrlabyrinths weisen darauf hin, dafs Schallwellen die normalen Erreger der Nervenenden der Bogengänge sind. Die Richtungstäuschungen bei veränderter Kopflage sind entgegengesetzt der Neigung der Bogengangsebenen. Läge ein rein physikalisches Koordinatensystem vor, so wären die Täuschungen aus einer einfachen Umwandlung der vertikalen Ebenen in horizontale und umgekehrt erklärt. Die Berechtigung der Annahme, dafs eine Umwandlung auch im physiologischen Koordinatensystem statthabe, derart, dafs der horizontale Bogengang die Funktionen des vertikalen übernähme und umgekehrt, erscheint fraglich (Gesetz der spezifischen Energien). Wohl aber ist diese Annahme der Umwertung zulässig für das ideale Koordinatensystem, dessen Vorstellung sich nach Verf. in unserem Gehirne aus der Kongruenz der Empfindungen der beiden Bogengangapparate bildet. — Der Grund des abweichenden Verhaltens der Versuchsperson G., welche Linkshänder ist, war nicht völlig aufzuklären. W. Trendelenburg (Freiburg i. Br.).

R. Gaupp. **Über die Grenzen psychiatrischer Erkenntnis.** Vortrag. *Zentralbl. f. Nervenheilk. u. Psychiatrie* XXVI. Jahrg. Januar 1903.

Der Titel sollte richtiger lauten: welche Mittel stehen einer psychiatrischen Erkenntnis zur Verfügung? Indem aber Verf. die einzelnen Wege kritisch begeht, die sich der Erschliefsung des Gebietes darbieten, und hier früher, dort später auf unüberwindbare Hindernisse stöfst, vermag er so die Grenzen unserer Erkenntnis zu bestimmen. Freilich der Gang ist wenig erfreulich.

Die Methoden der naturwissenschaftlichen Medizin führen nicht weit: „das Reich der Erscheinungen, deren Studium hier erforderlich ist, fällt grofsenteils in ein anderes Arbeitsgebiet, mit dem sich der Naturforscher nicht befafst.“ Die Erkenntnis materieller Gehirnvorgänge sagt wenig oder noch gar nichts aus über psychisches Geschehen; daher können alle anatomisch-pathologischen Untersuchungen, alle physiologi-

schen Versuche, alle chemischen Analysen nur wenig das Kausalbedürfnis des Psychiaters im Grunde befriedigen. Am Seziertische und beim Aufbau von Systemen mögen sie ein Kraftwort mitsprechen; bei Bestimmung der Ätiologie sind sie auch ziemlich wertlos, da wir immer vor der Schwierigkeit stehen: erkennbare materielle Vorgänge mit unbekannten psychischen Erscheinungen in Zusammenhang bringen zu müssen. Begriffe wie „Entartung, Degeneration, psychopathische Belastung" sind nur Schlagworte, hinter denen sich wieder ganz unübersichtliche Tatsachen verstecken.

Wenn es gilt abzuschätzen, inwieweit die Wissenschaft der Psychologie die Erkenntnis in der Psychiatrie befördern kann, so mufs zuerst entschieden werden, ob im normalen menschlichen Leben eine psychische Kausalität besteht, die wissenschaftlicher Erkenntnis zugänglich ist. Sollten wir hier dann bestimmte Gesetze finden, so ergibt sich als weitere Frage, ob diese Gesetze auch auf den „Geisteskranken" anwendbar sind. Wenn es auch sicher ist, dafs die experimentelle Psychologie im Vereine mit Selbstbeobachtung und vielleicht auch mit Völkerpsychologie uns gesetzmäfsige Vorgänge, bestimmte Verknüpfungen und Abhängigkeiten auch im geistigen Geschehen geoffenbart hat, so erscheint doch die theoretische Möglichkeit der Erkenntnis psychischer Kausalität gering. Wohl können die Bewufstseinserscheinungen einer wissenschaftlichen Erforschung zugänglich sein, damit aber noch nicht einer Erkenntnis.

Wenn wir die spärlichen Kenntnisse, die wir am normalen Menschen gesammelt haben, in der Psychiatrie verwerten wollen, so stofsen wir einstweilen noch auf grofse Schwierigkeiten. Die abnormen Äufserungen psychischer Vorgänge bedürfen erst noch einer weitgehendsten Zusammenfassung und Analyse, um dem Verständnis und Untersuchung zugänglich zu sein.

Um es kurz zusammenzufassen: alle Wege, die sich darbieten, führen gar nicht weit und die Aussicht, eines weiteren Ausbaues, ist auch nicht grofs. Die pessimistisch gefärbte Zusammenfassung veranlafst Verf. zur Mahnung, nicht unnütz — um im Bilde zu bleiben — sich auf „Holzwegen" abzumühen. In der objektiven Sammlung und Ordnung von Tatsachen soll die Psychiatrie einstweilen ihr Hauptziel erblicken und engeren Anschlufs, als wie bisher geschehen, an die wissenschaftliche Psychologie suchen. Merzbacher (Freiburg i. B.).

G. H. Parker. **Hearing and Allied Senses in Fishes.** *Contributions from the Biological Laboratory of the U. S. Fish-Commission, Woods Hole, Massachusetts. U. S. Fish Commision Bulletin* 1902, 45—64.

Durch eine Reihe sorgfältiger und vielfach variierter Experimente, bei welchen Fundulus heteroclitus als Versuchstier diente, wurde über den Gehörssinn der Fische und über die Funktion der Seitenlinienorgane Aufschlufs gesucht, bekanntlich Probleme, welche zu einer grofsen Zahl von Untersuchungen bereits Anlafs gegeben und eine fast ebenso grofse Zahl sich widersprechender Antworten gefunden haben. Da die Schallwellen aus der Luft gar nicht oder in äufserstem Mafse geschwächt ins Wasser

übergehen, war es geboten, das schallerzeugende Instrument unmittelbar mit dem Wasser in Kontakt zu bringen; PARKER ersetzte also eine Wand seines gläsernen Aquariums durch ein Brett und montierte auf diesem in geeigneter Weise eine Violinsaite von 40 Schwingungen pro Sekunde, deren Vibrationen sich jetzt durch das Brett direkt auf das Wasser übertrugen. Die Beobachtung nicht operierter Fische lehrte, daſs dieselben auf so applizierte Schallreize prompt und in charakteristischer Weise reagierten, nämlich je nach der Intensität der Erregung durch leichte Bewegung der Brustflossen, durch Beschleunigung des Kiemenschlagrhythmus, durch Bewegungen der Schwanzflosse oder endlich gar durch schnellende Lokomotion. Es fragte sich jetzt, ob es sich um eine Erregung des Gehörorganes durch Schallwellen oder der Haut und der Seitenlinienorgane durch die mechanischen Wasservibrationen handelte. Nach Exstirpation des Labyrinths oder des Otholitensackes mit Durchschneidung des Nervus acusticus ergab sich nur, daſs die sämtlichen obengenannten Reaktionen ausblieben; zugleich entwickelten sich in bekannter Weise die Orientierungs- und Bewegungsstörungen und es trat eine eigentümliche blasse Verfärbung der Haut auf.

Bei weiteren Versuchen wurde das Labyrinth intakt gelassen, dagegen wurden der V. und VII. Hirnnerv und der Ramus lateralis vagi reseziert, ferner wurde das Rückenmark etwa zwischen 4. und 5. Wirbel durchschnitten. Die Fische reagierten durch Flossenbewegungen und Respirationsbeschleunigung in typischer Weise beim Erklingen der Saite. PARKER schlieſst aus diesen Ergebnissen, daſs der von ihm untersuchte Fisch vermittels seines Gehörorgans auf Schallreize reagiert, daſs er also „hört“ und nicht etwa nur durch taktile Wahrnehmung der Stöſse der Wellen etc. von den vibratorischen Vorgängen im Wasser sich unterrichtet.

Immerhin aber zeigte sich auch bei labyrinthlosen Tieren bei sehr groſsen Amplituden der Saitenschwingungen, welche das ganze Aquarium erschütterten, hier und da deutliche Reaktion durch Flossenbewegung etc. An diese Erscheinung anknüpfend, suchte PARKER jetzt festzustellen, ob die Ursache etwa in der mechanischen Erregbarkeit der Seitenlinienorgane durch leichte Wasserbewegungen zu suchen sei. Beim schallosen Stoſs gegen das Aquarium, durch den das Wasser mehr oder weniger in Bewegung gebracht wurde, reagierten die oberflächlich schwimmenden Fische äuſserst prompt durch blitzschnelles Untertauchen und P. fragte sich jetzt, ob sich dieses Phänomen vielleicht als Reflex auf die Erregung der Seitenlinienorgane abspiele. Es ergab sich in der Tat, daſs derselbe bei Tieren, denen der V. und VII. Hirnnerv und der Ramus lateralis vagi ausgeschaltet war, vollständig fehlte. Wohl aber reagierten auch diese Fische im Bereich der oberflächlichen Wasserwellen und bei Erzeugung von schnelleren Wasserströmungen, eine Erscheinung, welche P. als durch sensible Hautnerven spinaler Herkunft ausgelöst auffaſst. P. kommt also zu der Ansicht, daſs geringe Massenbewegung des Wassers, die durch vibratorische oder nichtvibratorische Vorgänge erzeugt sein mag, als adäquater Reiz der Seitenorgane, grobe Wellen aber der Wasseroberfläche als Erreger der spinalen Hautnerven zu gelten haben. Wenn die Schwingungen der Saite das Ohr reizen, so tun sie es in ihrer

Eigenschaft als Schallwellen, wenn sie die Seitenorgane (bei grofser Amplitude) reizen, so liegt dem eine gleichzeitig ablaufende Massenbewegung des Wassers zugrunde. H. PIPER (Berlin).

J. v. UEXKÜLL. **Im Kampfe um die Tierseele.** Sep.-Abdr. aus *Ergebnisse der Physiologie*, II. Abt., hrsg. von L. ASHER u. K. SPIRO. Wiesbaden, Bergmann, 1902. 24 S.

Nach einer eingehenden Darlegung seines erkenntnistheoretischen Standpunktes kommt Verfasser zu dem Resultat, dafs in betreff der Tierpsyche keine Erfahrung möglich sei, und stellt dann eine Art Programm für die vergleichend physiologische Erforschung der Funktionen des nervösen Zentralorganes auf.

Dafs selbst die genaueste Kenntnis der materiellen Gehirnprozesse uns an und für sich keinen Aufschlufs über die sie begleitenden seelischen Zustände bringt und dafs wir von unserer eigenen Psyche um so weniger auf die eines Tieres schliefsen dürfen, je weiter dasselbe im zoologischen System von uns entfernt ist, wird man gewifs zugeben. Wenn aber v. UEXKÜLL deshalb, wie es scheint, jede vergleichend psychologische Forschung für eine wissenschaftlich nutzlose Spielerei hält, so betrachtet er die Tierwelt doch wohl zu ausschliefslich vom physiologischen Standpunkt. Ist denn wirklich die „eben emporwachsende vergleichende Physiologie ein Todfeind der gesamten vergleichenden Psychologie“? Dann müfsten ja die menschliche Psychologie einerseits und die Anatomie, Physiologie und Pathologie unseres Zentralnervensystems andererseits erst recht Gegner sein, während sie in Wirklichkeit Wissenschaften sind, die sich nur teilweise berühren und, wo es der Fall ist, ihrem Wesen und Zweck nach eher geeignet erscheinen, sich zu unterstützen als einander zu negieren. Freilich weifs niemand, ob seine Mitmenschen oder irgend welche Tiere unter den gleichen Umständen auch die gleichen Empfindungen haben wie er selbst. Wenn aber trotzdem eine Psychologie des Menschen existiert, warum sollen dann jegliche Erfahrungen über die auch vom Verf. nicht geleugneten Empfindungen, Erinnerungen, Affekte der Tiere ausgeschlossen sein? Man kann ihre Möglichkeit mit demselben Rechte behaupten wie v. UEXKÜLL das Gegenteil. Abstrakte Erörterungen hierüber scheinen indessen dem Ref. überhaupt wenig wertvoll. Man stelle konkrete Fragen, suche sie wissenschaftlich exakt zu beantworten und lasse den Erfolg darüber entscheiden, ob oder wie weit die Tierpsychologie berechtigt ist.

Die speziell die Biologie betreffenden Auseinandersetzungen enthalten nichts wesentlich Neues. SCHAEFER (Berlin).

Namenregister.

Fettgedruckte Seitenzahlen beziehen sich auf den Verfasser einer Originalabhandlung, Seitenzahlen mit † auf den Verfasser eines referierten Buches oder einer referierten Abhandlung, Seitenzahlen mit * auf den Verfasser eines Referates.

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

